UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Decanato de Estudios de Postgrado
Especialización en Ingeniería Mecánica de Plantas de Procesos

LINEAMIENTOS BÁSICOS DE DISEÑO, SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Universidad Simón Bolívar por

Samary del Valle Romero Volkmar

Como requisito parcial para optar al grado de

Especialista en Ingeniería Mecánica de Plantas de Procesos

Con la asesoría del Prof.

Frank Kenyery

Mayo, 2006

UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Decanato de Estudios de Postgrado
Especialización en Ingeniería Mecánica de Plantas de Procesos

LINEAMIENTOS BÁSICOS DE DISEÑO, SELECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO

Este trabajo Especial de Grado ha sido aprobado en nombre de la Universidad Simón Bolívar por el siguiente jurado examinador:

Miguel Asuaje
Presidente

Orlando Aguillón
Miembro Principal.
Universidad Simón Bolívar

Frank Kenyery
Miembro Principal.
Tutor

03 de Mayo de 2006

RESUMEN

Estando en la búsqueda de optimizar procedimientos y gerenciar la información, el principal objetivo de este trabajo de grado es establecer los lineamientos básicos para el proyecto de fabricación y ensamblaje de un paquete de aire comprimido. Se quiere además, mejorar los procesos y organización de la información mediante la implementación de formatos que permitan acceder a la información inherente al proyecto de forma rápida y efectiva. Mediante la investigación, consulta, aplicación de conocimientos y experiencia se llevó a cabo el desarrollo de los objetivos propuestos.

Además se logró cubrir demandas reiterativas de los clientes en cuanto a la preparación de un Diagrama de Tubería e Instrumentación de acuerdo a la normativa indicada para tal fin, y por otra parte mediante el criterio de Segregación de Líneas, demostrar, que para las condiciones de trabajo que se manejan en este tipo de proyectos, no es necesario realizar análisis de flexibilidad a las líneas y tuberías incluidas en el paquete de aire comprimido.

Sabiendo que el éxito de todo proyecto se podrá alcanzar si el mismo se desarrolla de acuerdo a un procedimiento previamente estipulado, ordenado y controlado, podemos decir que este trabajo presenta una herramienta muy útil para desarrollar proyectos exitosos en cuanto a fabricación y ejecución de paquetes de aire comprimido, proporcionando además una fuente de consulta en cuanto a conceptos básicos referidos al aire comprimido.

Palabras Claves: Guía, Proyecto, Fabricación, Seguimiento, Aire Comprimido.

ÍNDICE GENERAL

HOJA DE EVALUACIÓN DEL JURADO……... i

RESUMEN……...ii

ÍNDICE GENERAL……...iii

ÍNDICE DE FIGURAS……... v

INTRODUCCIÓN……...1

CAPITULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS……... 3

1.1. Definiciones y Conceptos……..3

1.2. Usos del Aire Comprimido……3

1.3. Humedad del Aire……..4

1.4. Calidad del Aire……6

1.5. Paquete de Aire Comprimido……6

CAPITULO II. EQUIPOS QUE CONFORMAN UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO. CRITERIOS DE SELECCIÓN…….. 9

2.1. Compresores: Tipos, Principios de Funcionamiento……9

2.1.1. Compresores Dinámicos……..10

2.1.2. Compresores de Desplazamiento (Volumétricos)……...10

2.2. Secador de Aire: Tipos, Principios de Funcionamiento……...13

2.2.1. Secado por Refrigeración……14

2.2.2. Secado por Absorción…….15

2.2.3. Secado por Adsorción……15

2.2.4. Secadores de Membrana……16

2.3. Filtros de Aire: Principios de Funcionamiento……17

2.3.1. Clasificación de los Filtros de acuerdo a la capacidad de filtrado……..17

2.3.2. Clasificación de los Filtros de acuerdo al principio de filtrado……...17

2.4. Tanque o Pulmón: Finalidad y propósito de la colocación de un tanque o pulmón, dimensionamiento, fórmula usada por Atlas Copco, normas de diseño…….18

2.5. Selección de Equipos……...19

2.5.1. Compresores……... 19

2.5.2. Equipos de Tratamiento de Aire……22

CAPITULO III. TUBERÍAS. CRITERIO DE SEGREGACIÓN DE LÍNEAS……..24

3.1. Aplicación del Criterio de Segregación de Líneas……..24

CAPITULO IV. INSTRUMENTACIÓN…… 29

4.1. Normas ISA de Símbolos usados en Instrumentación…….29

4.1.1. Norma ISA-S5.1……. 29

4.1.2. Norma ISA-S5.3……..……... 34

4.2. Elaboración del Diagrama de Tubería e Instrumentación (P&ID) para proyectos de fabricación y ensamblaje de paquetes de aire comprimido……37

CAPITULO V. MANTENIMIENTO PREVENTIVO…….. 41

5.1. Recomendaciones Generales de Mantenimiento Preventivo…….. 41

5.1.1. Compresores de Aire……...41

5.1.2. Filtros de Partículas y Coalescentes……43

5.1.3. Secadores Regenerativos…… 43

5.1.4. Secadores por Absorción…… 43

5.1.5. Tanques de Almacenamiento……..43

5.2. Plan de Mantenimiento Preventivo Sugerido por Atlas Copco…….. 44

CAPITULO VI. CONTROL DE COMPRESORES…….46

6.1. Esquemas Individuales de Control en Compresores……...46

6.2. Estrategias de Control para Sistemas Múltiples……..47

CAPITULO VII. FORMATOS PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROYECTO…….. 49

CAPITULO VIII. GUÍA PARA LA EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DE ENSAMBLAJE DE UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO…… 60

CAPITULO IX. APLICACIÓN: CASO REAL…… 64

CAPITULO X. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES…….. 83

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS…….85

ANEXOS…….86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Página

1.1 Diagrama de un Sistema de Aire Comprimido……4

1.2 Contenido de Agua en el Aire Comprimido en función de la Temperatura y de la Presión ……...5

2.1 Tipos de Compresores de acuerdo a su principio de Funcionamiento…… 9

2.2 Compresor Centrífugo……... 10

2.3 Compresor de Pistón……..11

2.4 Rotores de un Compresor de Dientes…… 12

2.5 Compresor de Tornillo……...13

2.6 Métodos de Secado……14

2.7 Secador por Refrigeración…….15

2.8 Secador por Adsorción…….. 16

2.9 Secador de Membrana……16

2.10 Tipos de Elementos Filtrantes……18

3.1 Segregación de Líneas según el diámetro y la temperatura……...25

3.2 Zona determinada por los parámetros Atlas Copco…….. 27

4.1 Tabla de letras de Instrumentos y Funciones…… 33

4.2 Diagrama de Flujo e Instrumentación Compresor GA 37…….39

4.3 Simbología ISO 1219 utilizada por Atlas Copco para Diagramas de Flujo e Instrumentación…… 40

5.1 Plan de Mantenimiento Preventivo para Compresores “Z” ……. 45

7.1 Formato 1: Hoja Resumen de Proyecto…….50

7.2 Formato 2: Check List de Actividades……..51

7.3 Continuación Formato 2: Chek List de Actividades……..52

7.4 Formato 4: Control de Documentos……..... 53

7.5 Formato 5: Listado de Material para Procura……55

7.6 Formato 6: Control de Material (taller)……..... 56

7.7 Formato 7: Placa de Identificación Compresor……..... 57

7.8 Formato 7A: Placa de Identificación Secador ……..... 57

7.9 Formato 8: Entrega de Equipos…….....59
9.1 Especificaciones del cliente para el Compresor de Aire……... 65
9.2 Especificaciones del cliente para el Secador de Aire…… 66
9.3 Especificaciones del cliente para los prefiltros……. 67
9.4 Especificaciones del cliente para los postfiltros……67
9.5 Especificaciones del cliente para el Recipiente de Almacenamiento……68
9.6 Hoja Resumen de Proyecto TAG # 0004……...70
9.7 Cronograma de Actividades TAG # 0004 (Pág. 1)……71
9.8 Cronograma de Actividades TAG # 0004 (Pág. 2).....……..72
9.9 Cronograma de Actividades TAG # 0004 (Pág. 3).....73
9.10 Plano Dimensional Compresor GA 37……..74
9.11 Plano Dimensional Secador FD 110…….75
9.12 Listado de Materiales Mecánicos TAG # 0004……77
9.13 Listado de Materiales Eléctricos TAG # 0004……. 78
9.14 Placa de Identificación Compresor……...79
9.15 Placa de Identificación Secadora……..79
9.16 Acta de Entrega de Paquete de Aire Comprimido……81
9.17 Plan de Mantenimiento Preventivo para Compresores “G”……82

INTRODUCCIÓN

El Aire Comprimido es una de las formas de energía más antiguas que conoce el hombre y hoy en día es, junto con la corriente eléctrica, la fuente de energía más importante en plantas industriales, talleres y otros sectores. Actualmente el aire comprimido es uno de los servicios que con mayor frecuencia utiliza la industria, es empleado como un fluido de limpieza, refrigerante, elemento transportador, activador de herramientas neumáticas y de diversos sistemas de control, incluso en la actualidad es utilizado en muchos procesos robotizados. Se usa en forma intensiva en la pequeña y mediana empresa, principalmente en los sectores industriales de alimentos, textil, del vestido, maderera, papelera, química y del plástico entre otros.

A diferencia de otros servicios, el aire comprimido se genera directamente en las instalaciones del usuario, lo que le permite tener elementos de control para su adecuada utilización.

En la actualidad, ya no se concibe una moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales mas variados se utilicen aparatos neumáticos cuya alimentación continua y adecuada de aire garantizará el exitoso y eficiente desempeño de los procesos involucrados en la producción.

El diseño y mantenimiento adecuado de redes de aire comprimido y sus respectivos accesorios, juega un papel decisivo en los procesos productivos involucrados cuya energía utilizada es el aire.

La garantía de un adecuado funcionamiento y larga vida útil de un sistema de aire comprimido comienza con un diseño ajustado a las normas y a las necesidades o requerimientos de dicho sistema.

Ante la carencia de una guía que defina las pautas principales de ensamblaje y fabricación de paquetes de aire comprimido, y que además presente, elementos útiles que

garanticen el óptimo diseño y seguimiento del proyecto de este tipo, como formatos y procedimientos, nace la motivación para la realización del presente trabajo de grado.

En esencia se busca que, luego del desarrollo del presente trabajo y su consecuente aplicación en los proyectos del área, se pueda optimizar el tiempo de fabricación y ensamblaje de paquetes de aire comprimido, eliminando retrasos por omisiones u otros contratiempos que afectan considerablemente el desarrollo de un proyecto, el tiempo de entrega de los paquetes de aire comprimido y la calidad del producto final.

Como complemento, se intenta satisfacer requerimientos específicos realizados en reiteradas ocasiones por parte de los clientes, como por ejemplo la elaboración de un Diagrama de Tubería e Instrumentación ajustado a la normativa correspondiente.

La participación en la ejecución de un proyecto de fabricación y ensamblaje de un paquete de aire comprimido, permitió identificar las necesidades, carencias y puntos débiles de dicho proyecto, los cuales se buscaría fortalecer mediante el desarrollo de mecanismos (guías, lineamientos, formatos) que aportaran mejoras a la ejecución y seguimiento del proyecto. Mediante la investigación, consultas bibliográficas, aplicación de conocimientos, y aportes de personas basadas en la experiencia, se logró la preparación de los mecanismos antes mencionados y el desarrollo del presente trabajo de grado como tal.

CAPITULO I
FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Definiciones y Conceptos.

El **Aire ambiente** es, por así decirlo, la materia prima en los sistemas de aire comprimido. Está compuesto básicamente de Nitrógeno (78%), Oxígeno (21%), Argón (0.9%) y trazas de bióxido de carbono, neón, helio y criptón (0.1%); físicamente es inodoro, incoloro y no tiene sabor.

El **Aire Comprimido** no es otra cosa que el mismo aire del ambiente atrapado en un mecanismo donde se incrementa su presión, por la reducción del volumen, a través de un proceso mecánico. La máquina que realiza este trabajo es conocida como compresor.

Se puede dividir un **Sistema de Aire Comprimido** en dos partes: el suministro y la demanda, tal como se muestra en la figura Nº 1.1. Del lado del suministro encontraremos el paquete de compresión, compuesto por el compresor, controladores y equipo de tratamiento del aire, como filtros, enfriadores, secadores, tanques de almacenamiento, etc. Por el lado de la demanda, están el cabezal principal, compuesto por las líneas principales de distribución, mangueras, reguladores de presión, válvulas, lubricadores, equipo neumático, etc.

1.2 Usos del Aire Comprimido

En la mayoría de las instalaciones el Aire Comprimido se considera como una Fuente de Energía comparable a la electricidad, el gas y el agua. En general es utilizado para el manejo de equipos de planta y para instrumentación.

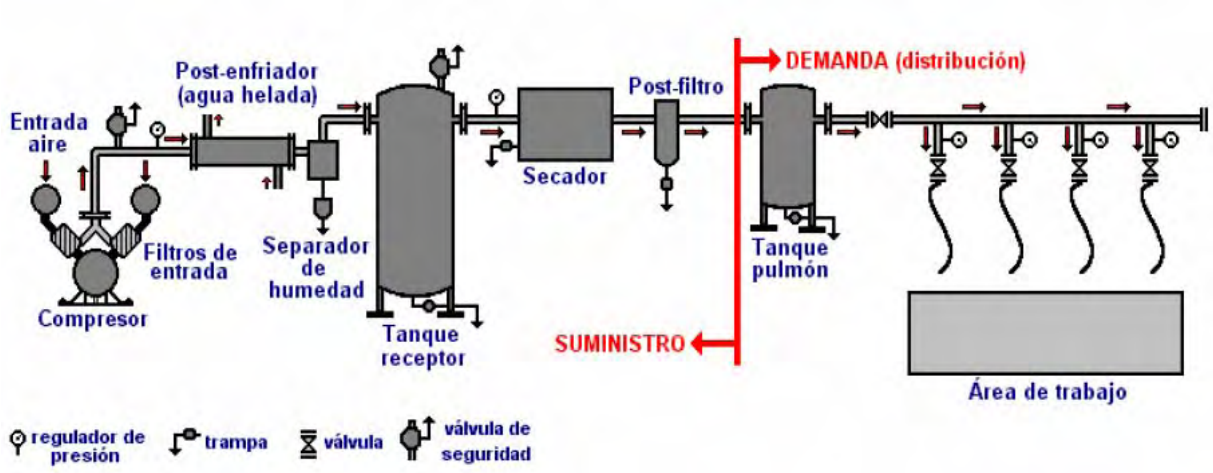


Figura Nº 1.1. Diagrama de un Sistema de Aire Comprimido

Equipos de planta: El uso de aire comprimido en equipos de planta hace referencia a dispositivos robustos como taladros, pulidores, elevadores, motores y otros. En este caso el aire debe tener una calidad aceptable de humedad e impurezas.

Instrumentación: Algunas empresas fuera de usar el aire comprimido en dispositivos robustos también lo usan para actuadores de precisión y pequeños motores neumáticos. Estos equipos tienen una función de control de procesos más que de potencia como en un taladro. Debido a la precisión de sus componentes, el aire comprimido usado en ellos ha de tener una calidad superior a la usada en un equipo robusto. Por ejemplo, el aire ha de tener un contenido de humedad tan bajo que su punto de rocío sea siempre superior a la menor temperatura en cualquier lugar de la red con el fin de evitar la presencia de condensados. Además las impurezas del aire deberán ser menores que 0,1 g/Nm^3 y hasta un tamaño de 3 μm.

1.3 Humedad del Aire

El **aire húmedo** es una mezcla de aire seco y vapor de agua. Un término muy importante al estudiar la humedad y calidad de aire comprimido es el **Punto de Rocío** el cual se puede definir como la temperatura en la que el aire está saturado de vapor de agua. En el momento en que la temperatura del aire es inferior a ese punto, empieza la condensación del

aire húmedo. Cuanto menor es el punto de rocío, tanto menor es la cantidad de agua que puede retener el aire. El punto de rocío depende de la humedad relativa del aire, de la temperatura y de la presión, aplicándose lo siguiente:

- Cuanto mas alta es la temperatura, más vapor de agua es capaz de retener el aire
- Cuanto mas alta es la presión, menos humedad contiene el aire

De forma gráfica se puede apreciar en la figura Nº 1.2:

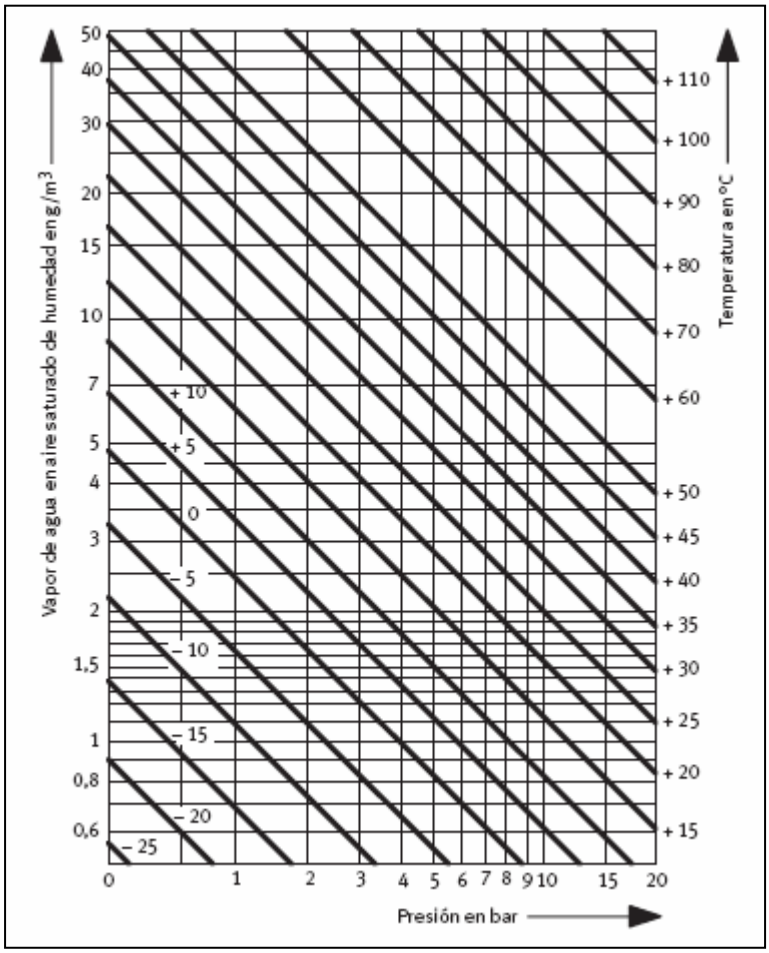


Figura Nº 1.2. Contenido de agua en el aire comprimido en función de la temperatura y de la presión

1.4 Calidad del Aire

Tener aire comprimido de buena calidad es importante para asegurar una larga vida útil de los equipos neumáticos y unos óptimos resultados en los procesos que requieren dicho servicio. Las características más importantes a tener en cuenta son:

- La cantidad de aceite que contiene el aire
- La cantidad de agua presente en el mismo
- El punto de Rocío
- Cantidad de partículas extrañas contenidas en el aire.

El contenido de aceite en el aire comprimido se puede comentar en los siguientes términos:

- **Aire Comprimido con poco contenido de aceite**: este es el caso normal, después de haber pasado el aire por un filtro capaz de retener partículas de máximo 1 hasta 20 μm. Esta categoría corresponde a la calidad de aire utilizado para efectuar mediciones, respirar y trabajar, siempre y cuando cumpla con los requisitos específicos en cada caso.

- **Aire Comprimido técnicamente sin contenido de aceite**: En este caso, el contenido de aceite residual es de 0,3 hasta 0,01 mg/m^3, lo que significa que se trata de aire comprimido apropiado para cualquier aplicación técnica. Para conseguir aire de esta calidad tienen que utilizarse filtros micrónicos.

- **Aire Comprimido absolutamente exento de aceite**: En el proceso de preparación del aire comprimido, el aire que entra en el compresor ya está exento de aceite. El contenido de aceite del aire comprimido es inferior a 0,003 mg/m^3. Esta calidad se obtiene únicamente mediante el uso de filtros de carbón activo.

1.5 Paquete de Aire Comprimido

El objetivo principal de construir un **Paquete de Aire Comprimido** es entregar el aire preparado y listo para el proceso. La finalidad de la preparación del aire consiste en conseguir que el aire comprimido tenga la calidad que exige la unidad consumidora. El proceso de

preparación del aire puede clasificarse en tres fases. En primer lugar, la eliminación de partículas gruesas, en segundo lugar el secado y, en tercer lugar, la preparación fina del aire.

El aire comprimido debe prepararse lo mínimo posible, aunque siempre tanto como sea necesario. En otras palabras, el aire comprimido debe estar únicamente tan limpio como sea indispensable. Esto va a estar determinado de acuerdo a la necesidad o requerimiento de uso del aire comprimido, la cual está definido por tres factores: 1) la calidad, 2) la cantidad y 3) el nivel de presión requerido por los usuarios finales.

1) *La Calidad del Aire*: está determinada por la proporción de humedad y de contaminación (partículas de polvo o aceite) que permita la aplicación final del mismo. En general, se utilizan 4 niveles de calidad en función de su aplicación.

- Aire de Planta: Aire que puede estar relativamente sucio o húmedo. Por sus características, es empleado en herramientas neumáticas y para usos generales.

- Aire para Instrumento: Aire con cantidades de humedad y suciedad moderadas, por lo que es usado en laboratorios, sistemas de aplicación de pintura por rocío o pintura en polvo, controles de clima, etc.

- Aire de Proceso: Aire con poca humedad y casi nula suciedad; por sus características, es utilizado en la industria química, alimenticia, farmacéutica y electrónica.

- Aire para respiración: Aire sin humedad y totalmente libre de aceite y polvos, por lo que se usa para recargar tanques de equipos de buceo, en hospitales, consultorios dentales, etc.

Estas calidades se pueden obtener a través de equipos de secado para controlar el nivel de humedad, y por filtración, para el caso de partículas de polvo y aceite.

El aire comprimido libre de aceite puede ser producido con alguno de los compresores denominados libres de aceite, o con compresores que utilizan lubricación por inyección pero que tienen equipo adicional de separación y filtrado de aceite.

2) *Cantidad de Aire*: La capacidad del sistema de aire comprimido se determina sumando el consumo promedio por cada una de las herramientas y por la operación de

cada proceso en toda la planta, tomando en cuenta factores de carga de cada uno de estos. Este tema será abarcado más a profundidad en el Capitulo II, Selección de Equipos.

3) *Nivel de Presión Requerido*: El nivel de presión del sistema debe ser definido a través de los requerimientos de presión de cada una de las herramientas que normalmente han sido probadas por sus fabricantes a dichas personas. En cambio, las presiones requeridas por los diferentes procesos deben ser especificadas por el ingeniero de proceso. Con ambos requerimientos se puede definir el nivel de presión del sistema, no olvidando que a mayor nivel de presión el sistema será mas costoso, desde el punto de vista energético y de mantenimiento.

Por otro lado, cuando se defina el nivel de presión del sistema, se deben de tomar en cuenta las perdidas del sistema a través de las tuberías y accesorios de los equipos adicionales, como secadores, separadores, filtros, etc.

CAPITULO II
EQUIPOS QUE CONFORMAN UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO. CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.1 Compresores: Tipos, Principios de Funcionamiento

El Compresor es el elemento encargado de convertir la energía mecánica en energía neumática comprimiendo el aire.

En la figura Nº 2.1, se aprecia de forma esquemática cuales son los tipos de compresores de acuerdo a su principio de funcionamiento, y a continuación una breve descripción de parte de ellos.

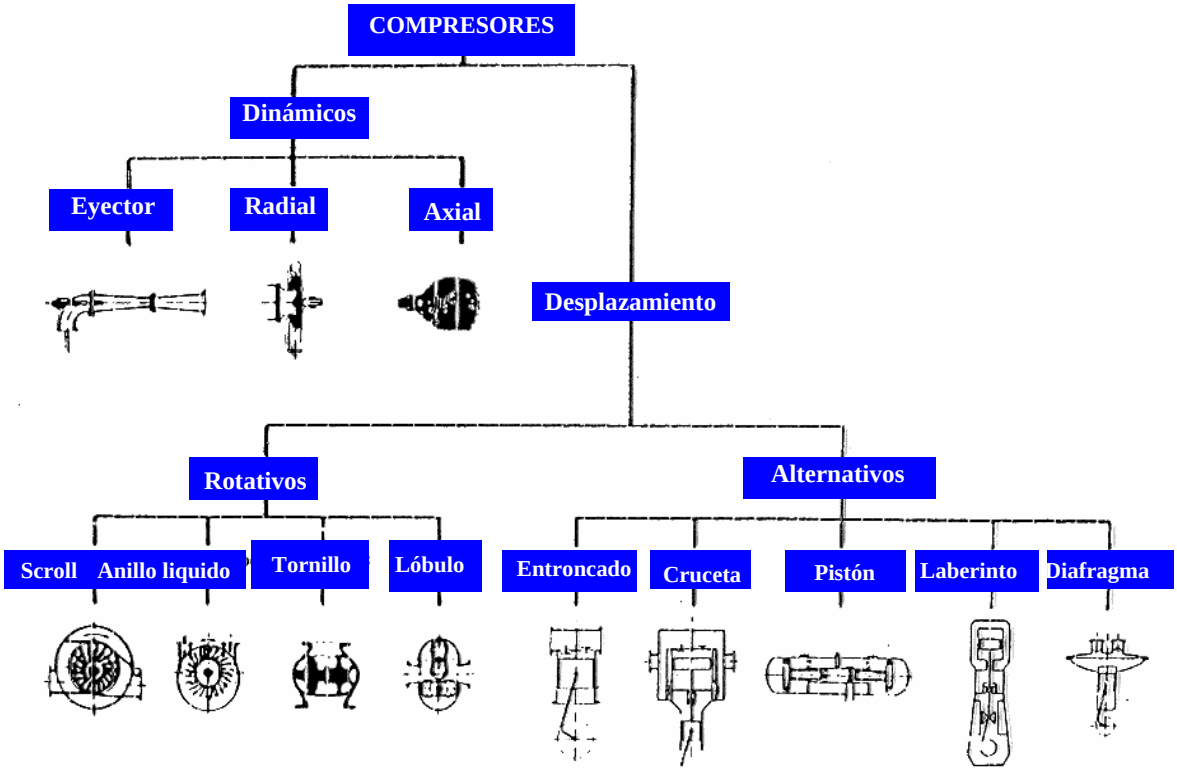


Figura Nº 2.1. Tipos de Compresores de acuerdo a su principio de funcionamiento

2.1.1. Compresores Dinámicos:

Máquina de fluido en donde el incremento de presión toma lugar al mismo tiempo que fluye el gas. El flujo de gas acelera a altas velocidades por medio de la rotación de los alabes, después de los cual la velocidad del gas es transformada a presión cuando esta es forzada a desacelerar bajo presión.

Dependiendo de la dirección principal del fluido los compresores dinámicos son llamados RADIAL o AXIAL.

Los EYECTORES son dispositivos mecánicos que utilizan la energía cinética de un fluido para bombear otro fluido.

COMPRESORES CENTRIFUGOS: son caracterizados porque la dirección del flujo es esencialmente radial. En estos compresores, el fluido entra por el centro de una rueda giratoria provista con alabes radiales (rodete o impulsor), los cuales lanzan el fluido hacia la periferia mediante la fuerza centrifuga. Antes de ser guiado el fluido hacia el centro del siguiente impulsor, se le hace pasar por un difusor que transforma la energía cinética en presión. La figura Nº 2.2 refleja la parte interna de un compresor centrífugo.

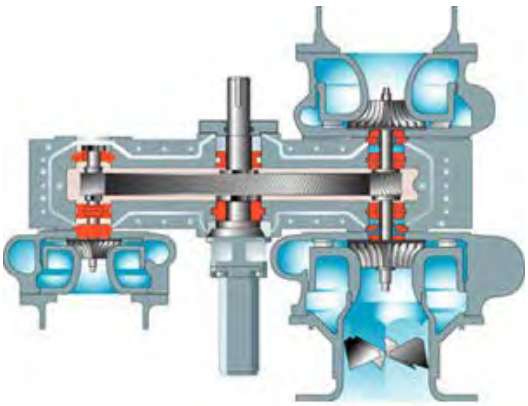


Figura Nº 2.2. Compresor Centrifugo

2.1.2. Compresores de Desplazamiento (Volumétricos):

Máquinas de fluido donde el incremento de presión se logra reduciendo el espacio en el cual el gas está confinado (reduciendo el volumen del gas). Dentro de esta gama encontramos los siguientes compresores:

RECIPROCANTES (DE PISTON): El elemento principal de compresión es un pistón que se mueve alternativamente dentro de un cilindro, lográndose así la reducción del volumen del gas a comprimir. Pueden ser de SIMPLE o DOBLE EFECTO (Fig. Nº 2.3), LUBRICADOS o LIBRES DE ACEITE.

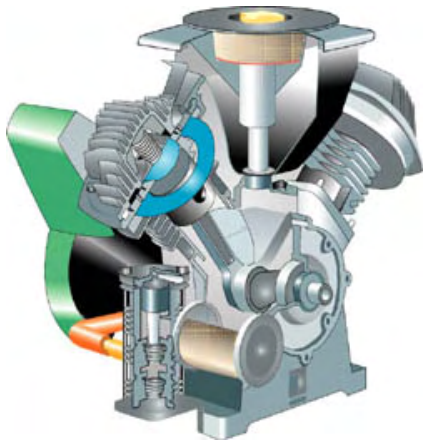


Figura Nº 2.3. Compresor de Pistón

Los Compresores de DIAFRAGMA son un tipo de compresores reciprocantes libres de aceite, en donde el elemento principal de compresión es una membrana flexible en lugar de un pistón. El diafragma o membrana puede ser actuado mecánica o hidráulicamente.

Dentro de la gama de compresores ROTATIVOS encontramos:

COMPRESORES DE ALETAS: Está conformado por un rotor con aletas dispuestas en ranuras axiales, el cual es montado dentro de una carcasa o estator. Cuando el rotor gira las aletas son presionadas contra las paredes del estator por acción de la fuerza centrifuga. El aire entra al compresor a medida que el espacio entre el rotor y el estator va aumentando; el aire es capturado en estos espacios cuyo volumen decrece con la rotación por efectos de la excentricidad. El aire se comprime a medida que es desplazado hasta la descarga.

COMPRESORES DE DIENTES: El elemento de compresión está formado por dos rotores que giran en direcciones opuestas en la cámara de compresión. En la figura Nº 2.4 se aprecia la forma de los rotores de este tipo de compresores. El proceso de compresión consiste en

admisión, compresión y descarga. Ambos rotores están sincronizados por medio de engranajes. Para alcanzar altas presiones se requiere de más de una etapa pues este tipo de compresores: de dientes libres de aceite, pueden alcanzar una relación de compresión máxima de 4.5

Figura Nº 2.4. Rotores de Compresor de dientes

COMPRESORES DE TORNILLO (Fig. Nº 2.5): Son máquinas donde los elementos principales son los rotores asimétricos de perfil helicoidal: hembra y macho, los cuales giran en direcciones opuestas, engranados entre si, mientras el volumen entre ellos y la carcasa decrece, el aire se comprime y es desplazado hacia la descarga. Cada elemento compresor posee una relación de compresión fija e integrada que depende de su longitud, el paso del tornillo y la forma del puerto de descarga.

El compresor de tornillo no está equipado con válvulas y no posee fuerzas mecánicas que produzcan desbalanceo, lo que hace que pueda trabajar a elevadas velocidades y combinar una elevada capacidad con reducidas dimensiones. Las fuerzas axiales producidas por la diferencia de presión entre la admisión y la descarga, deben ser absorbidas por los rodamientos.

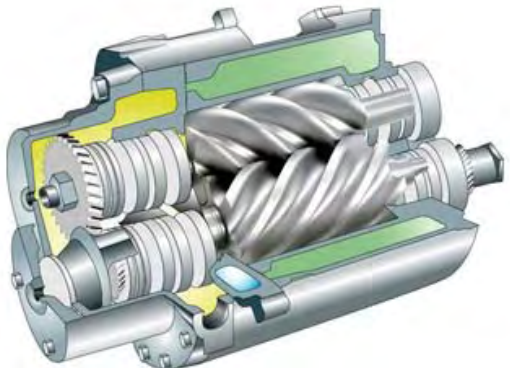


Figura Nº 2.5. Compresor de Tornillo

COMPRESORES DE TORNILLOS LIBRES DE ACEITE: Un engranaje externo es usado en este tipo de compresores para sincronizar la rotación de los rotores macho y hembra, al no haber contacto entre rotores ni de estos con la carcasa, no es necesaria ningún tipo de lubricación dentro de la cámara de compresión, y como consecuencia el aire comprimido suministrado es libre de aceite.

COMPRESORES DE TORNILLO INYECTADOS DE ACEITE: Prescindiendo del engranaje de sincronización utilizado en los compresores de tornillo libres de aceite, se puede llevar a cabo el proceso de compresión pero con la inyección de un líquido que proporcione lubricación interna. Este líquido, principalmente aceite, además de lubricar los rotores, permite cerrar las holguras internas y enfriar el aire durante la compresión. Los Compresores de Tornillo Inyectados de Aceite pueden ser fabricados para altas relaciones de compresión, razón por la cual una etapa de compresión es usualmente suficiente para presiones por encima de los 13 bar.

2.2 Secadores de Aire: Tipos, Principios de Funcionamiento

A causa del calor generado durante el proceso de compresión, el aire comprimido sale con un grado de saturación del 100% en la mayoría de los casos; al ir disminuyendo la temperatura del aire comprimido durante su permanencia en el tanque y su paso por los diferentes accesorios y tuberías, pierde capacidad de retener vapor de agua, lo cual genera inevitablemente condensados, (agua liquida).

La presencia de condensados en el aire produce diversos problemas tales como corrosión, mal funcionamiento de herramientas neumáticas, etc., la solución a estos problemas es el uso de secadores de aire, los cuales se utilizan para aplicaciones que requieren un aire supremamente seco.

El criterio que se aplica para medir el secado del aire es la temperatura del punto de condensación. Cuanto más alta es la temperatura del aire comprimido, más agua puede contener el aire (cantidad de saturación).

El aire se puede secar de diversas formas, en la figura Nº 2.6, se muestra un diagrama de los distintos métodos existentes para el secado del aire comprimido.

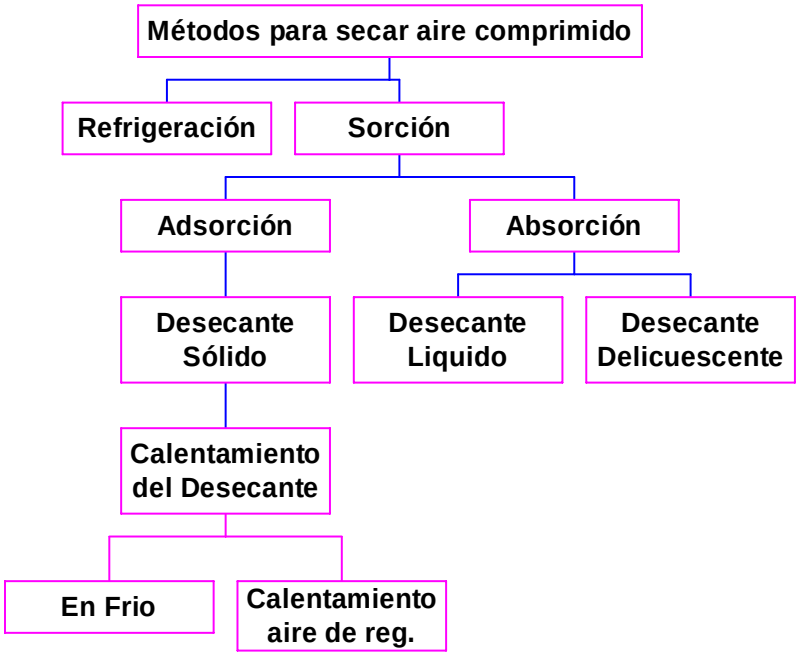


Figura Nº 2.6. Métodos de Secado

2.2.1. Secado por Refrigeración: (figura Nº 2.7) La temperatura del aire disminuye por efecto de un agente refrigerante. Así se forma condensado y disminuye el contenido de agua del aire. El aire se refrigera al fluir en el sentido contrario de un agente refrigerante. Este proceso de refrigeración suele realizarse en varias fases (refrigeración previa aire-aire y refrigeración principal aire-agente refrigerante). El punto de condensación es de

aproximadamente +1,5 ºC. Para conseguir un ahorro mayor, puede recurrirse a secadores modernos con compresor de agente refrigerante y con regulación de las revoluciones. Este compresor adapta la cantidad del agente refrigerante circulante a la cantidad de aire que en cada momento tiene que secarse.

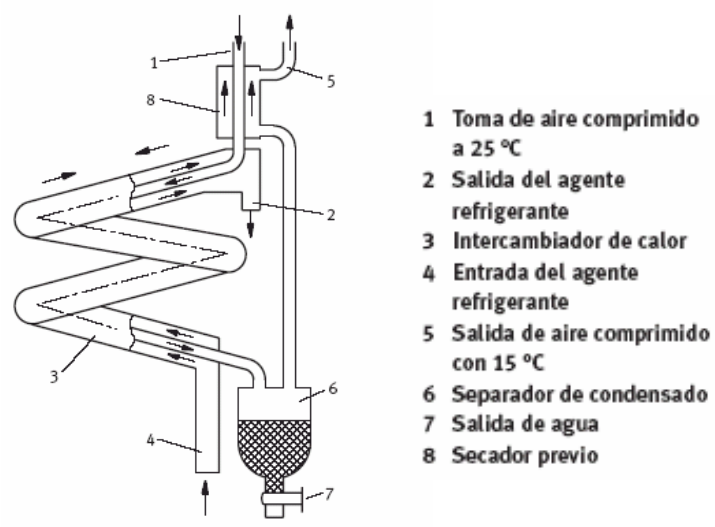

1 Toma de aire comprimido a 25 °C
2 Salida del agente refrigerante
3 Intercambiador de calor
4 Entrada del agente refrigerante
5 Salida de aire comprimido con 15 °C
6 Separador de condensado
7 Salida de agua
8 Secador previo

Figura Nº 2.7. Secador por Refrigeración

2.2.2 Secado por Absorción: Una sustancia química atrae la humedad que termina disolviéndose en ella. La sustancia química es una solución salina a base de N_aCl, la cual se consume. Ello significa que es necesario rellenar constantemente la sustancia salina. Con este sistema, el punto de condensación puede ser de máximo -15 ºC. También es posible utilizar otros agentes refrigerantes, tales como glicerina, ácido sulfúrico, tiza deshidratada y sal de magnesio hiperacidificado.

2.2.3. Secado por Adsorción: las moléculas de gas o del vapor se enlazan debido a las fuerzas moleculares. El agente es un gel (por ejemplo, gel silícico) que también se consume, aunque es regenerable. Por ello se necesitan dos depósitos de secado (depósito con dos cámaras) para que los procesos de secado (A) y de regeneración (B) se lleven a cabo simultáneamente (figura Nº 2.8). La regeneración puede conseguirse en frío o en caliente. Los

dos secadores se activan alternamente y según el tipo de agente secador que se utilice, se alcanzan puntos de condensación de hasta -70 ºC.

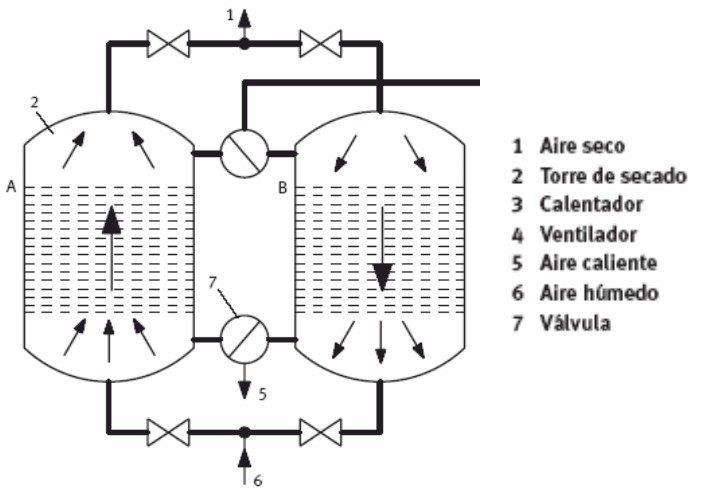


Figura Nº 2.8. Secador por Adsorción

2.2.4. Secadores de Membrana: Está compuesto por un haz de fibras huecas permeables al vapor y que está circundando de aire seco que no está sometido a presión. El secado se produce a raíz de la diferencia parcial de presión entre el aire húmedo en el interior de las fibras huecas y el flujo en sentido contrario del aire seco (figura Nº 2.9). El sistema procura crear un equilibrio entre la concentración de vapor de agua en ambos lados de la membrana. Los secadores de membrana reducen la humedad en un porcentaje determinado, mientras que los secadores por frío y por adsorción lo hacen en función de un determinado punto de condensación bajo presión.

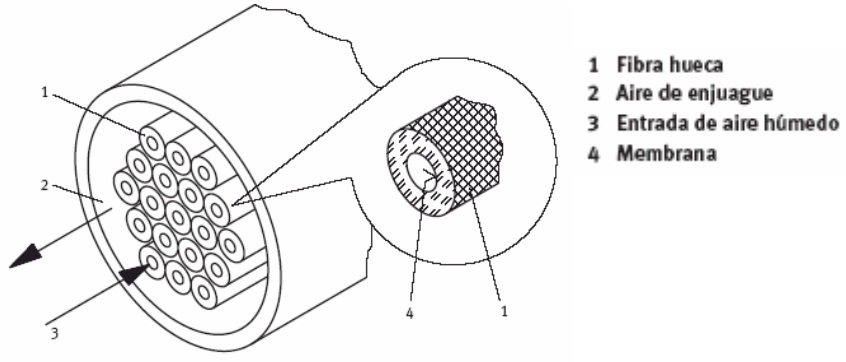


Figura Nº 2.9. Secador de Membrana

2.3 Filtros de Aire: Principios de Funcionamiento

El propósito de los filtros de aire comprimido es suministrar aire libre de contaminantes a los diferentes puntos de aplicación. Contaminantes tales como agua, aceite, polvo, partículas sólidas, neblinas, olores, sabores y vapores, pueden atacar el sistema.

Los Filtros de Línea se encargan de purificar el aire hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.

La elección del filtro apropiado es fundamental para la calidad del aire. Para obtener aire comprimido de alta calidad, es necesario prever varias fases de filtración.

2.3.1. Clasificación de los Filtros de acuerdo a la capacidad de filtrado:

- Filtros: los filtros comunes son capaces de retener partículas de tamaños superiores a 40 μm o a 5 μm, según su grado de filtración y el tipo de cartucho filtrante.
- Microfiltro: Estos filtros retienen partículas de tamaños superiores a 0,1 μm.
- Filtro Submicrónico: Estos filtros pueden retener partículas de tamaños superiores a 0,01 μm. Sin embargo, antes de pasar por estos filtros, el aire tiene que haber pasado previamente por otro, capaz de retener partículas de hasta 5 μm.
- Filtros de Carbón Activo: Estos filtros son capaces de retener partículas a partir de 0,003 μm, lo que significa que pueden retener sustancias aromatizantes u odoríferas. Los filtros de carbón activo también se llaman filtros submicrónicos.

2.3.2 Clasificación de los Filtros de acuerdo al principio de filtrado: (figura Nº 2.10)

- Filtros de Partículas: estos filtros están diseñados para retener partículas sólidas, interceptando las mismas mediante un elemento filtrante que puede ser de diversos materiales: papel, rejillas metálicas, mallas de nylon, espumas, etc.
- Filtros Coalescentes: El propósito de estos es retener lubricantes, emulsiones y neblinas, mediante el principio de coalescencia, el cual consiste básicamente en tener una red aleatoria de fibras, la cual ante el paso de aire, produce formación de gotas

alrededor de las fibras, cayendo luego estas a un recipiente de acumulación por efecto de gravedad. Como consecuencia del diseño pueden retenerse partículas sólidas incluso de menor tamaño que las retenidas por un filtro de partículas, por esto se recomienda instalar primero un filtro de partículas antes que uno coalescente y así evitar que este se sature.

- Filtros de Vapores: son filtros diseñados para remover olores sabores y vapores orgánicos. Su principio de funcionamiento consiste en lechos de carbón activado que mediante adsorción remueven dichos contaminantes.

Filtro de Partículas Filtros Coalescentes Filtros de Carbón Activado

Figura Nº 2.10. Tipos de Elementos filtrantes

La filtración de las sustancias sólidas siempre deberá hacerse por fases, para lo que puede montarse, por ejemplo, un filtro submicrónico detrás de un filtro micrónico.

2.4 Tanque o Pulmón: Finalidad y propósito de la colocación de un tanque o pulmón, dimensionamiento, fórmula usada por Atlas Copco, normas de diseño.

En los tanques de almacenamiento se almacena energía neumática y permite el asentamiento de partículas y humedad. Las principales funciones de los depósitos de aire son:

- Almacenar aire para suplir las demandas pico superiores a la capacidad del compresor: los tanques de almacenamiento o tanques pulmón se utilizan para controlar períodos de "picos de demanda" en el sistema, reduciendo con ello el nivel de las caídas de

presión. Son muy utilizados para proteger de otros eventos del sistema, con aplicaciones donde el nivel de presión es crítico. Se utilizan también para soportar la velocidad de repuesta del suministro.

- Amortiguar las pulsaciones del compresor como las producidas por compresores reciprocantes.
- Contribuir al enfriamiento y separación del condensado.

Estos tanques también ayudan a proteger equipos susceptibles a variaciones de presión, apoyar las estrategias de control y, en algunos casos, mantener el sistema en caso de falla eléctrica o descompostura del compresor. Su localización óptima es justo después del secador, pues de esta manera estaremos almacenando aire comprimido ya seco y listo para su uso, y nuestro consumo no dependerá de la capacidad del secador de aire. Algunas veces se utilizan múltiples tanques, por ejemplo, uno antes del secador y otro cercano al punto donde se registren los picos de consumo.

2.5 Selección de Equipos

2.5.1. Compresores:

En la selección de un compresor se debe hacer una confrontación entre múltiples factores de los equipos, en función de las características de la aplicación y las posibilidades del compresor o del equipo a seleccionar. Aunque en cada caso los parámetros varían, dichos parámetros se pueden englobar en: Técnicos y Económicos.

Factores Técnicos: En este grupo de factores encontramos principalmente los tres parámetros ya comentados en el capitulo anterior que definen el requerimiento del aire comprimido, como lo son:

- **Presión**: Nivel de presión requerido en la red, de acuerdo a la utilidad.
- **Flujo o Caudal**: de acuerdo a las aplicaciones del aire comprimido y considerando un pequeño porcentaje para futuros incrementos en la demanda.

- **Calidad de Aire**: en la cual influyen la cantidad de aceite, partículas sólidas o condensado que puede ser permitido en el aire comprimido.

Adicionalmente a estos tres parámetros fundamentales debemos considerar la **Aplicación final** del aire comprimido, (por ejemplo: instrumentación, alimentos, farmacia, transporte o herramientas neumáticas, etc.), y conjuntamente con el **Espacio disponible** definirán el equipo mas adecuado dentro de la gama disponible para los compresores, por ejemplo: pistón, tornillo, lóbulos, centrífugo, lubricado, exento de aceite.

Existen otro conjunto de factores técnicos que también podrían influir en la selección del equipo:

- **Tipo de Enfriamiento (Compresor)**: dependiendo del como sea enfriado el equipo se requerirán los recursos para tal fin, estos pueden ser: Aire (ventilación de la sala y temperatura ambiente) o Agua (Disponibilidad de agua)
- **Servicios disponibles**: elementos necesarios para llevar a cabo las actividades en futuros mantenimientos, como por ejemplo: levantar partes pesadas como motor, unidad compresora, entre otros.
- **Tipo de Accionamiento**: cada tipo de accionamiento puede tener sus ventajas asociadas:
    - Por medio de bridas (embridado), el cual consiste en empernar la carcaza del motor y del compresor de manera que formen una unidad integral y en el que los ejes son unidos con acople elástico simple, suele ser un accionamiento compacto, reduce espacio y minimiza las perdidas mecánicas y las perdidas de alineación.
    - Por Poleas y Correas: en el que la transmisión se realiza mediante un acople mecánico, requiere poco espacio, reduce perdidas por fricción, puede acoplar unidades diferentes, pero la alineación no es perfecta, lo que genera desgaste de los componentes.

Factores Económicos: para un mejor análisis se pueden estudiar estos factores de acuerdo a la siguiente clasificación:

- **Costos de Instalación** o **Costos Fijos**: dentro de los cuales encontramos como determinante los siguientes factores:
    - Precio del Equipo
    - Espacio Requerido: un diseño compacto del compresor implica menor necesidad de espacio
    - Peso: a menor peso y fuerzas desbalanceadoras, menor costo en fundaciones y anclajes.
    - Instalación Sencilla: reduce tiempo y costos de instalación
    - Equipo Eléctrico normalizado: los compresores diseñados para usar motores, arrancadores y sistema de control normalizado, contribuyen a disminuir los costos de compra.
- **Costos de Operación** o **Costos Variables**:
    - Costos de energía: una mayor eficiencia del equipo implica menor consumo de energía.
    - Costos de Mantenimiento: si el equipo posee partes de reemplazo sencillo tendremos ahorro de tiempo en las labores de mantenimiento del mismo.
    - Agua de enfriamiento: si el equipo es enfriado por agua será necesario realizar un análisis del costo y de la disponibilidad de agua para este fin.
    - Costos de Supervisión: la lubricación, trampa de condensado, regulación automática y suficientes dispositivos de seguridad y control, hacen la supervisión del compresor mínima.

Consejos para la selección

El sobredimensionar los compresores de aire es extremadamente ineficiente, porque la mayoría de los sistemas, operando a carga parcial, consumen más energía por unidad de volumen de aire producido.

Todo sistema puede presentar picos de demanda que se pueden satisfacer a través de tanques de almacenamiento o tanque pulmón; éstos serán mas efectivos si se localizan lo mas cerca posible de donde se requieran estas altas demandas. En muchos casos, una evaluación cuidadosa de la demanda del sistema puede llevar a una adecuada estrategia de control a través de estos tanques, de tal manera que se pueda reducir la capacidad global del compresor que se vaya a adquirir.

Otra forma efectiva de diseñar y operar apropiadamente un sistema de aire comprimido es evaluar su perfil de carga. Las variaciones de demanda durante el tiempo total de uso del aire comprimido es una de las principales consideraciones cuando se diseña un sistema de esta índole. Las plantas con grandes variaciones de demanda necesitarán de un sistema que opere eficientemente bajo carga parcial; en tales casos, el uso de compresores múltiples con controles secuenciadores de arranque, pueden operar el sistema de forma mas económica. En cambio, en plantas con un perfil de carga con pocas o nulas variaciones, se pueden utilizar estrategias de control simples.

Los usos inapropiados dan lugar a una demanda artificial ya que requieren de un exceso en el volumen de aire y, por consecuencia, una mayor presión que el requerido por las propias aplicaciones. El uso de controladores de flujo puede ayudar a minimizar esta demanda artificial.

2.5.2. Equipos para tratamiento de aire:

El equipo de tratamiento de aire, por un lado, debe eliminar toda clase de contaminantes y, por otro lado, preparar el aire para ser utilizado por todo el sistema. El nivel de acondicionamiento de aire y los accesorios que se necesitan para lograrlo, con frecuencia dependen directamente de los requerimientos de la calidad del aire en el proceso. Para su

óptimo desempeño, estos equipos deben ser operados a las condiciones de diseño tanto como sea posible.

Secadores:

Secadores refrigerados: son los más comunes, pero se debe considerar la energía requerida para mover el refrigerante, aunque este tipo de secadores tienen la facilidad de encender o apagarse de acuerdo al flujo de aire, por lo que pueden ahorrar energía.

Secadores tipo torres gemelas desecantes: Son los mas efectivos para remover la humedad del aire, pero se puede perder del 10% al 18% del total del flujo de aire en la purga de condensados, por lo que se debe de considerar esta perdida mas la generada por su caída de presión.

Secadores por Calentamiento: Requieren de menos purgas de aire para la regeneración del desecante, pero se debe de considerar la energía que requiere el calentador. Algunos compresores libres de aceite utilizan su temperatura de descarga, ya que es lo suficientemente alta para regenerar el desecante.

Filtros para aire comprimido: Entre estos, se incluyen: los filtros para partículas, utilizados para remover partículas sólidas; filtros de adsorción para remover lubricantes y humedad; y filtros absorbentes para contaminantes muy finos. Generalmente, se instalan en las líneas de los compresores para remover contaminantes, tales como partículas, condensados y lubricantes, pero se recomienda que dicha filtración sea solamente al nivel requerido por el proceso.

CAPITULO III
TUBERÍAS. CRITERIO DE SEGREGACIÓN DE LÍNEAS

Todo movimiento de un fluido por una tubería produce una pérdida de presión debido a su rugosidad y diámetro asociado. La selección de los diámetros de las tuberías de una red se determina según los principios de la mecánica de fluidos y para ello se utilizan ecuaciones y diagramas.

El material mas usado en las tuberías de aire es el acero. Debe evitarse utilizar tuberías soldadas puesto que aumentan la posibilidad de fugas, mas bien se recomiendan las tuberías estiradas.

En general la tubería de una red no necesita mantenimiento fuera de la corrección de fugas que se producen más en las conexiones que en las tuberías en sí. En caso que la tubería presenta obstrucción por material particulado debe limpiarse o reemplazarse aunque esto no es común en las empresas.

3.1 Aplicación del Criterio de Segregación de Líneas

Por experiencia previa se ha solicitado en alguna oportunidad por parte de la empresa contratante en cada proyecto, que se suministren las cargas presentes en la boquilla de salida de skid (salida de aire comprimido) lo cual implicaba la realización de un análisis de flexibilidad del sistema de tuberías desarrollado. Esto no es costumbre realizarlo y en este capitulo se busca dar una explicación a la no realización de dicho análisis.

Existen, para cada proyecto, una serie de pautas o reglas basadas en algunos criterios que son útiles para catalogar las líneas y de acuerdo a esto realizar un análisis más extenso o no realizar ningún análisis a las mismas. Los principales parámetros que privan en esta selección son: diámetro de la tubería, temperatura, presión de diseño, tipo de servicios entre otras.

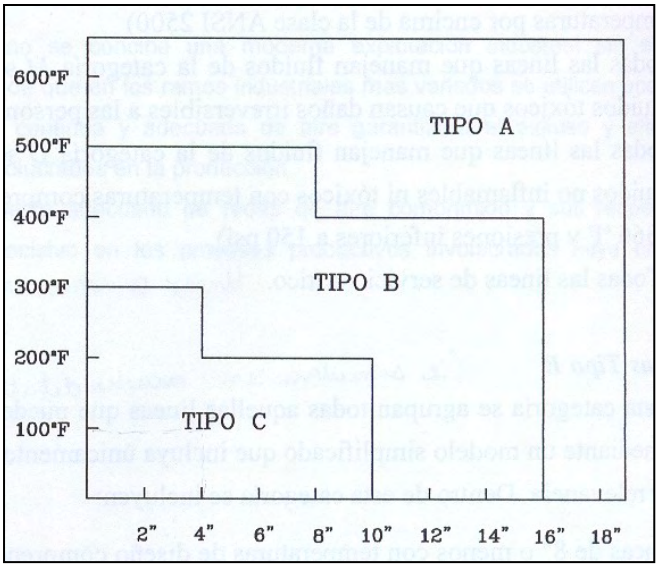


Figura Nº 3.1. Segregación de Líneas según el diámetro y la temperatura

De acuerdo al Criterio General planteado en la Guía "Análisis de Esfuerzos en Sistemas de Tuberías" (Goncalves, R., 2004), tenemos en primer lugar la figura Nº 3.1, en la cual se muestra de forma gráfica que según el diámetro de la tubería y la temperatura del fluido se puede hacer un caracterización de la línea, encontrándose tres (3) tipos de líneas A, B y C, cuyas características son las siguientes:

Líneas Tipo A

A.1 Todas las líneas de cualquier diámetro con temperaturas de diseño sobre los 500ºF

A.2 Todas las líneas de 16" o más operando a cualquier temperatura

A.3 Líneas de 8" o más con temperaturas de diseño sobre los 400ºF

A.4 Líneas de 2" o mas conectadas a equipos rotativos o reciprocantes, generadores de vapor, hornos o calentadores de llama directa, enfriadores de aire y equipos de aluminio.

A.5 Líneas de 8" o mas conectadas a recipientes a presión, tanques de almacenamiento, intercambiadores de calor y otros equipos estáticos similares.

A.6 Todas las líneas sujetas a desplazamientos térmicos significativos impuestos por las boquillas de los equipos conectados.

A.7 Sistemas de válvulas de alivio con presiones de descarga elevadas.

A.8 Líneas sometidas a cargas ocasionales de viento y sismo

A.9 Todas las líneas de alta presión según ASME B31.3 (líneas con presiones y temperaturas por encima de la clase ANSI 2500)

A.10 Todas las líneas que manejan fluidos de la categoría M según ASME B31.3 (fluidos tóxicos que causan daños irreversibles a las personas)

A.11 Todas las líneas que manejan fluidos de la categoría D según ASME B31.3 (fluidos no inflamables ni tóxicos con temperaturas comprendidas entre -20ºF y 366ºF y presiones inferiores a 150 psi)

A.12 Todas las líneas de servicio crítico (líneas primarias, vitales para el proceso)

Líneas Tipo B

En esta categoría se agrupan todas aquellas líneas que pueden ser simuladas en el computador mediante un modelo simplificado que incluya únicamente los componentes y cargas de mayor relevancia. Dentro de esta categoría se incluyen:

B.1 Líneas de 8” o menos con temperaturas de diseño comprendidas entre 300 ºF y 500ºF

B.2 Líneas desde 4” hasta 8” con temperaturas de diseño comprendidas entre 200ºF y 300ºF

B.3 Líneas desde 10” hasta 14” con temperaturas de diseño inferiores a los 400ºF

B.4 Todas las líneas sujetas a desplazamientos térmicos moderados impuestos por las boquillas de los equipos conectados.

B.5 Líneas de 6” o menos conectadas a recipientes a presión, tanques de almacenamiento, intercambiadores de calor y otros equipos estáticos similares.

B.6 Líneas de 3” o más en puentes de tuberías con temperaturas sobre los 250 ºF

B.7 Sistemas de válvulas de alivio con presiones de descarga moderadas.

Líneas Tipo C:

En esta categoría se agrupan todas aquellas líneas que pueden ser analizadas por inspección visual o cualquier otro método manual aproximado. Dentro de esta categoría se incluyen todas las líneas no contempladas en las categorías A y B.

Para las condiciones generales que encontramos en una línea neumática de un paquete de aire comprimido fabricado por Atlas Copco Venezuela, S.A., los valores que se manejan para estos parámetros son los siguientes:

Diámetro de la tubería: varían entre un diámetro mínimo de ½" y un diámetro máximo de 4".

Temperatura del fluido (descarga del compresor): las temperaturas máximas de descarga de los compresores Atlas Copco usados para la fabricación de paquetes de aire, se encuentra generalmente en 10°C por encima de la temperatura ambiente.

Por lo tanto, al observar estas características de diámetro y temperaturas, reflejadas en la figura Nº 3.2, claramente apreciamos que estamos en la zona catalogada como Línea Tipo C, muy lejos además de la Tipo B. Más aun si vamos a las características de la línea C, enumeradas mas adelante, podremos notar que encajan perfectamente con el servicio.

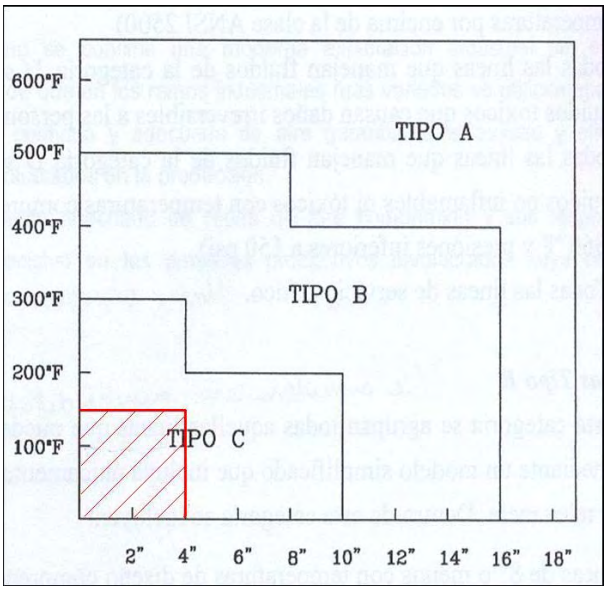


Figura N° 3.2. Zona determinada por los parámetros Atlas Copco

De esta manera podemos entonces justificar la no necesidad de realizar un análisis de flexibilidad a este tipo de líneas o tuberías.

Aunque este es un criterio muy general y como bien se menciona cada empresa, consultoras o proyecto bien puede establecer sus propias pautas, las condiciones de trabajo no son lo suficientemente hostiles como para requerir este tipo de análisis por demás costoso en tiempo y horas ingeniero, y otro punto a favor sería la experiencia previa con paquetes de aire comprimido con líneas no idénticas pero si similares que han funcionado y funcionan con total normalidad.

CAPITULO IV
INSTRUMENTACIÓN

4.1 Normas ISA de Símbolos usados en Instrumentación

Basada en la necesidad universal de normalizar la designación y representación de los instrumentos de medición y control, la Sociedad de Instrumentos de Estados Unidos ("Instrument Society of America, ISA") ha desarrollado un conjunto de normas que tienen por objeto establecer sistemas de designación (código y símbolos) de aplicación a las industrias químicas, petroquímicas, aire acondicionado, etc. Las normas aplicables en este caso en particular son la ISA-S5.1 y la norma ISA-S5.3 y a continuación se presenta un resumen de cada una de estas normas:

4.1.1. Norma ISA-S5.1

Generalidades

A) Cada instrumento debe identificarse con sistema de letras que lo clasifique funcionalmente

B) El número de letras funcionales para un instrumento debe ser mínimo, no excediendo de cuatro. Para ello conviene:

1.- Disponer las letras en subgrupos.

2.- En un instrumento que indica y registra la misma variable medida puede omitirse la letra I (indicación).

3.- Los bucles de instrumentos de un proyecto o secciones de un proyecto deben identificarse con una secuencia única de números. Esta puede empezar con el número 1 o cualquier otro número conveniente, tal como 301 o 1201 que puede incorporar información codificada tal como área de planta.

4.- Si un bucle dado tiene más de un instrumento con la misma identificación funcional, es preferible añadir un sufijo.

C) Para cubrir las designaciones no normalizadas que pueden emplearse repetidamente en un proyecto se han previsto letras libres. Estas letras pueden tener un significado como primera letra y otro, como letra sucesiva.

D) La letra sin clasificar X, puede emplearse en las designaciones no indicadas que se utilicen sólo una vez o un número limitado de veces. Se recomienda que su significado figure en el exterior del círculo de identificación del instrumento.

E) Cualquier letra primera si se utiliza con las letras de modificación D (diferencial), F (relación) o Q (integración) o cualquier combinación de las mismas cambia su significado para representar una nueva variable medida. Por ejemplo, los instrumentos TDI y TI miden dos variables distintas, la temperatura diferencial y la temperatura, respectivamente.

F) La letra A para análisis, abarca todos los análisis que no están cubiertos por una letra libre. Es conveniente definir el tipo de análisis al lado del símbolo en el diagrama de proceso.

G) El empleo de la letra U como multivariable en lugar de una combinación de primeras letras, es opcional.

H) El empleo de los términos de modificaciones alto, medio, bajo, medio o intermedio y exploración, es preferible pero opcional.

I) El término seguridad, debe aplicarse sólo a elementos primarios y a elementos finales de control que protejan contra condiciones de emergencia (peligrosas para el equipo o el personal). Por este motivo, una válvula autorreguladora de presión que regula la presión de salida de un sistema, mediante el alivio o escape de fluido al exterior, debe ser PCV, pero si esta misma válvula se emplea contra condiciones de emergencia, se designa PSV. La designación PSV se aplica a todas las válvulas proyectadas para proteger contra condiciones do emergencia de presión sin tener en cuenta si las características de la válvula y la forma de trabajo la colocan en la categoría de válvula de seguridad, válvula de alivio, o válvula de seguridad de alivio.

J) La letra de función pasiva vidrio, se aplica a los instrumentos que proporcionan una visión directa no calibrada del proceso.

K) La letra indicación se refiere a la lectura de una medida real de proceso. No se aplica a la escala de ajuste manual de la variable si no hay indicación de ésta.

L) Una luz piloto que es parte de un bucle de control debe designarse por una primera letra seguida de la letra sucesiva L. Por ejemplo, una luz piloto que indica un período de tiempo terminado se designará KL. Sin embargo, si se desea identificar una luz piloto fuera del bucle de control, la luz piloto puede designarse en la misma forma a bien alternativamente por una letra única L. Por ejemplo, una luz piloto de marcha de un motor eléctrico puede identificarse EL, suponiendo que la variable medida adecuada es la tensión, o bien XL, suponiendo que la luz es excitada por los contactos eléctricos auxiliares del arrancador del motor, o bien simplemente L. La actuación de la luz piloto puede ser acompañada por una señal audible.

M) El empleo de la letra U como multifunción en lugar de una combinación de otras letras, es opcional.

N) Se supone que las funciones asociadas con el uso de la letra sucesiva Y se definirán en el exterior del símbolo del instrumento cuando sea conveniente hacerlo así.

O) Los términos alto, bajo y medio o intermedio deben corresponder a valores de la variable medida, no a los de la señal a menos que se indique de otro modo. Por ejemplo, una alarma de nivel alto derivada de una señal de un transmisor de nivel de acción inversa debe designarse LAH incluso aunque la alarma sea actuada cuando la señal cae a un valor bajo.

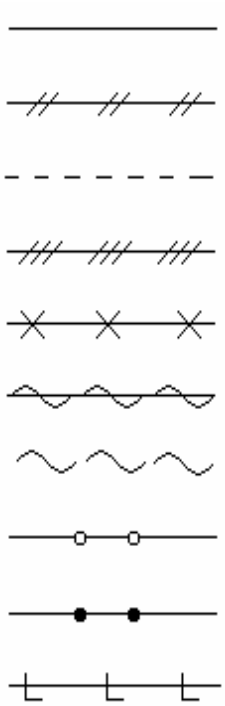
P) Los términos alto y bajo, cuando se aplican a válvulas, o a otros dispositivos de cierre- apertura, se definen como sigue:

Alto: indica que la válvula está, o se aproxima a la posición de apertura completa.

Bajo: denota que se acerca o está en la posición completamente cerrada.

Se muestran a continuación los símbolos a emplear en los planos y dibujos de representación de instrumentos en los procesos industriales:

- Líneas de instrumentación (se dibujan más finas que las de proceso)



Conexión a proceso, o enlace mecánico o alimentación de instrumentos.

Señal neumática

Señal eléctrica

Señal eléctrica (alternativo)

Tubo capilar

Señal sonora o electromagnética guiada (incluye calor, radio, nuclear, luz)

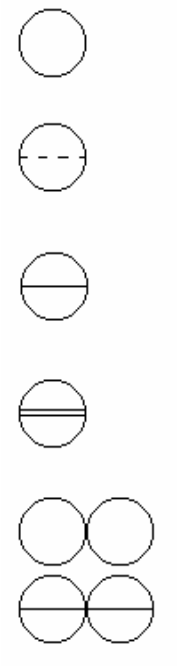
Señal sonora o electromagnética no guiada

Conexión de software o datos

Conexión mecánica

Señal hidráulica

- Designación de instrumentos por círculos:



Montado localmente

Detrás de la consola (no accesible)

En tablero

En tablero auxiliar

Instrumentos para dos variables medidas o instrumentos de una variable con más de una función.

- Fuentes de alimentación

AS: Air Supply. Ejemplo: SA-100: Aire a 100 psi

ES: Electric Supply. Ejemplo: ES-24CD: Alimentación de 24V de corriente continua.

GS: Gas Supply

HS: Hydraulic Supply

NS: Nitrogen Supply

SS: Steam Supply

WS: Water Supply

1.ª Letra			*Letras sucesivas*		
Variable medida (3)		*Letra de modificación*	*Función de lectura pasiva*	*Función de salida*	*Letra de modificación*
A	Análisis (4)		Alarma		
B	Llama (quemador)		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C	Conductividad			Control	
D	Densidad o peso específico	Diferencial (3)			
E	Tensión (f.e.m.)		Elemento primario		
F	Caudal	Relación (3)			
G	Calibre		Vidrio (8)		
H	Manual				Alto (6) (13) (14)
I	Corriente eléctrica		Indicación (9) o indicador		
J	Potencia	Exploración (6)			
K	Tiempo			Estación de control	
L	Nivel		Luz piloto (10)		Bajo (6) (13) (14)
M	Humedad				Medio o intermedio (6) (13)
N	Libre (1)		Libre	Libre	Libre
O	Libre (1)		Orificio		
P	Presión o vacío		Punto de prueba		
Q	Cantidad	Integración (3)			
R	Radiactividad		Registro		
S	Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)		Interruptor	
T	Temperatura			Transmisión o transmisor	
U	Multivariable (5)		Multifunción (11)	Multifunción (11)	Multifunción (11)
V	Viscosidad			Válvula	
W	Peso o Fuerza		Vaina		
X	Sin clasificar (2)		Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y	Libre (1)			Relé o computador (12)	
Z	Posición			Elemento final de control sin clasificar	

Figura 4.1. Tabla de letras de Instrumentos y Funciones

- Identificación de instrumentos:

1ª letra: Variable medida o modificante

2ª y 3ª letras: Función de salida, de presentación de datos o modificante.

Adicionales: Identificación de lazo de control (Asociado a área o equipo)

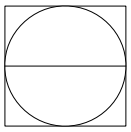
4.1.2. Norma ISA-S5.3

El objeto de esta norma es documentar los instrumentos formados por ordenadores, controladores programables, mini ordenadores y sistemas a microprocesador que disponen de control compartido, visualización compartida y otras características de interfase. Los símbolos representan la interfase con los equipos anteriores de la instrumentación de campo, de la instrumentación de la sala de control y de otros tipos de hardware.

El tamaño de los símbolos debe ser conforme a la norma ISA-S5.1, a la que complementa.

Símbolos de visualización del control distribuido/compartido

1.-Accesible normalmente al operador-indicador/controlador/registrador o punto de alarma.



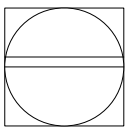
1) Visualización compartida.

2) Visualización y control compartidos.

3) Acceso limitado a la red de comunicaciones.

4) Interfase del operador en la red de comunicaciones.

2.-Dispositivo de interfase auxiliar del operador.



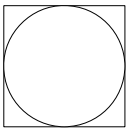
1) Montado en panel; carátula analógica; no está montado normalmente en la consola principal del operador.

2) Controlador de reserva o estación manual.

3) El acceso puede estar limitado a la red de comunicaciones.

4) Interfase del operador vía la red de comunicaciones.

3. No accesible normalmente al operador.



1) Controlador ciego compartido.

2) Visualización compartida instalada en campo.

3) Cálculo, acondicionamiento de señal en controlador compartido.

4) Puede estar en la red de comunicaciones.

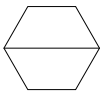
5) Normalmente operación ciega

6) Puede ser alterado por la configuración.

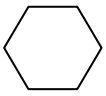
Símbolos del ordenador

A utilizar cuando los sistemas incluyen componentes identificados como ordenadores, diferentes de un procesador integral que excita las varias funciones de un sistema de control distribuido. El componente ordenador puede ser integrado en el sistema, vía la red de datos, o puede ser un ordenador aislado.

4. Normalmente accesible al operador-indicador/controlador/registrador o punto de alarma. Utilizado usualmente para indicar la pantalla de vídeo.



5.- Normalmente no accesible al operador.



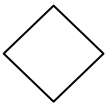
1) Interfase entrada/salida.

2) Cálculo /acondicionamiento de señal dentro de un ordenador

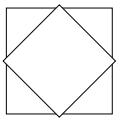
3) Puede usarse como un controlador ciego o como módulo de cálculo de software

Símbolos de control 1ógico y secuencial

6.- Símbolo general. Para complejos no definidos interconectando control lógico o secuencial.



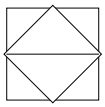
7.- Control distribuido interconectando controladores 1ógicos con funciones 1ógicas binarias o secuenciales.



1) Paquete de controlador 1ógico programable o controladores 1ógicos digitales integrados con el equipo de control distribuido.

2) No accesible normalmente al operador.

8. Control distribuido interconectando un controlador 1ógico con funciones 1ógicas binarias o secuenciales.



1) Paquete de controlador 1ógico programable o controladores 1ógicos digitales integrados con el equipo de control distribuido.

2) Accesible normalmente al operador.

Símbolos de funciones internas del sistema

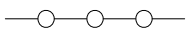
9.-Cálculo/acondicionamiento de señal.

1) Para identificación de bloques consulte ISA-S5.1 “designaciones de funciones para relees”.

2) Para requerimientos de cálculo amplios, use la designación <C>. Escriba aclaraciones en documentación suplementaria.

3) Utilizado en combinación con válvulas de alivio según ISA-S5.1.

Símbolos comunes

10.-Red del sistema. 

1) Usado para indicar una red de software, o conexiones entre funciones suministradas en el sistema del fabricante.

2) Alternativamente, la red puede ser mostrada implícitamente por símbolos contiguos.

3) Puede utilizarse para indicar una red de comunicaciones a opción del usuario.

Registradores y otros sistemas de retención de datos históricos

Los registradores convencionales, tales como los de gráfico de banda se mostrarán de acuerdo con ISA-S51. El almacenamiento en masa de largo plazo de una variable de proceso mediante memorias digitales como cinta, disco, etc., debe representarse de acuerdo con los símbolos de visualización de control distribuido/compartido o símbolos de ordenador de esta norma, dependiendo de la localización del aparato.

Identificación

Los códigos de identificación de esta norma deben cumplir con ISA-S5.1 con las siguientes adiciones.

- Alarmas de software

Las alarmas de software pueden ser identificadas situando letras de designación de la tabla 1.1 de ISA-S5.1 en las líneas de señal de entrada o de salida de los controladores, o de otro componente específico integral del sistema.

4.2 Elaboración del Diagrama de Tubería e Instrumentación (P&ID) para proyectos de fabricación y ensamblaje de paquetes de aire comprimido

En el caso de los proyectos de fabricación y ensamblaje de paquetes de aire comprimido en Atlas Copco Venezuela, era preparado un plano denominado “Diagrama de Flujo e Instrumentación”, pero el mismo no poseía las características necesarias para ser un “Diagrama de Tubería e Instrumentación (Piping and Instrumentation Diagram, P&ID)” requerido por el cliente solicitante del paquete de aire comprimido, lo cual provocaba un gran número de correcciones por parte de éste y las correspondientes modificaciones del plano, hasta lograr la satisfacción del comprador. Por esto fue necesario implementar la elaboración de un Diagrama de Tubería e Instrumentación, siguiendo las normativas y simbología adecuada, con lo que se logró el cumplimiento de los requerimientos y la disminución del número de emisiones por corrección de este plano fundamental dentro del proyecto.

El plano emitido por Atlas Copco como “Diagrama de Flujo e Instrumentación”, era anteriormente elaborado ensamblando el diagrama de flujo del compresor emitido por fábrica, como el mostrado en la figura N° 4.2, con el de los restantes equipos: filtros, secador, tanque. Este diagrama se diferencia de lo establecido para un Diagrama de Tubería e Instrumentación principalmente en la simbología utilizada, pues los planos emitidos por Atlas Copco son realizados de acuerdo con las normas ISO 1219, cuya simbología es mostrada en la figura Nº 4.3 y no la recomendada por la ISA (ISA-S5.1 y ISA-S5.3), por lo que se dificultaba la interpretación de dicho plano por parte del cliente con el consecuente retraso para su aprobación.

En el anexo 1, podemos apreciar un Diagrama de Flujo e Instrumentación emitido por Atlas Copco comentado por parte del cliente, haciendo clara referencia a la utilización de las normas ISA mencionadas.

Luego de realizar las correcciones necesarias para ajustarse a los lineamientos y simbologías propuestas en las normas ISA, se puede hablar de la elaboración de un Diagrama de Tubería e Instrumentación aceptado por las empresas contratantes.

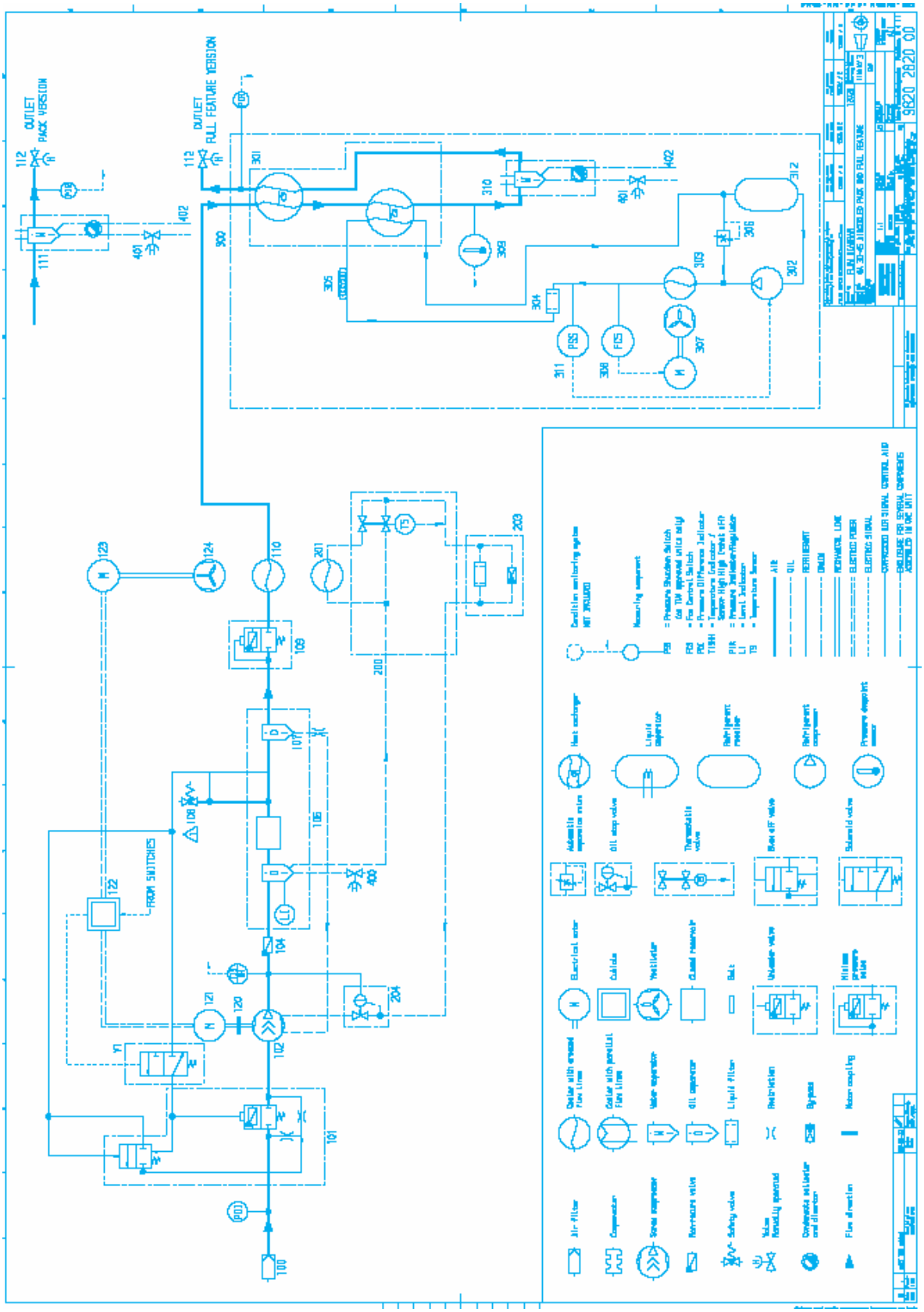


Figura Nº 4.2. Diagrama de Flujo e Instrumentación Compresor GA 37

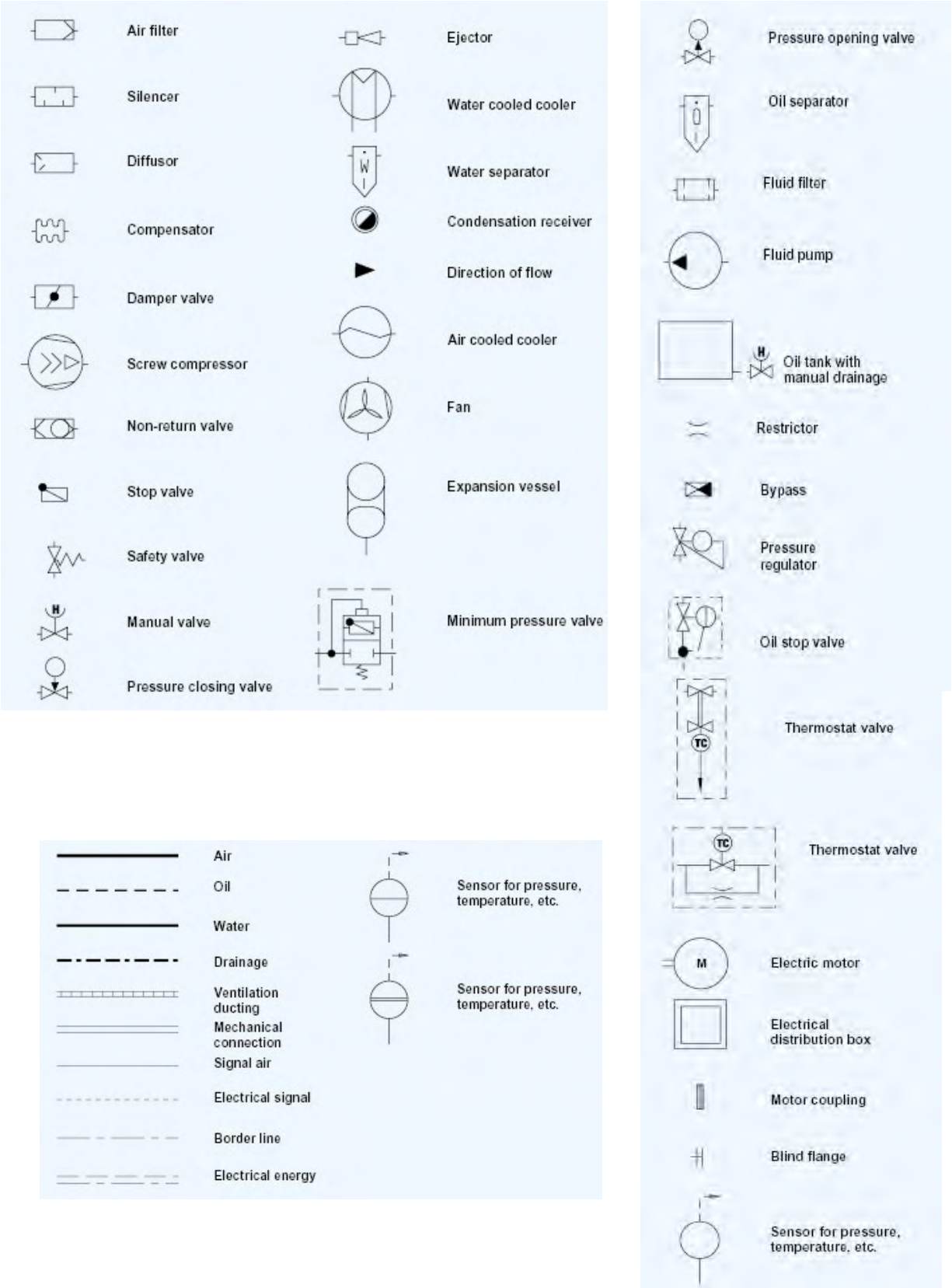


Figura N° 4.3. Simbología ISO 1219 utilizada por Atlas Copco para Diagramas de Flujo e Instrumentación

CAPITULO V

MANTENIMIENTO PREVENTIVO

5.1. Actividades Generales de Mantenimiento Preventivo

Al igual que todo sistema electromecánico, los sistemas industriales de aire comprimido requieren de mantenimiento para operarlos a su máxima eficiencia y, con ello, minimizar tiempos perdidos por paros. Muchos problemas son menores y pueden ser resueltos por medio de ajustes simples, limpieza, reemplazo de equipo o por la eliminación de condiciones adversas.

Dentro de un paquete de aire comprimido como tal, podemos dividir el mantenimiento del mismo en el mantenimiento de los equipos que lo conforman. En líneas generales hay accesorios o elementos que requieren ciertas atenciones y cada uno estos elementos, tienen una aplicación específica para el mejor desempeño del sistema por lo que en cada caso, se deberá cuidar su funcionamiento a través de un adecuado mantenimiento, es por ello que a continuación se dan algunas recomendaciones generales para llevar a cabo estas actividades:

5.1.1. Compresores de Aire:

- La única forma de saber si al sistema se le está dando un buen mantenimiento y si éste se encuentra operando apropiadamente, es revisar periódicamente las relaciones entre la potencia, la presión y el flujo del sistema. Si la potencia utilizada indica que los valores de presión y flujo están subiendo, la eficiencia del sistema está disminuyendo. Estas relaciones también permitirán saber si el compresor está operando a carga total y si la capacidad se disminuye fuera de tiempo.
- Las áreas principales del sistema de compresión a las que se les necesita dar mantenimiento son: el compresor, las superficies del intercambiador de calor, el separador de aceite en el aire, el lubricante, el filtro de aceite y los filtros de aire a la entrada.

- Tanto el aceite como el filtro de aceite del compresor necesitan ser cambiados en los periodos recomendados por el fabricante. Después de ciertas horas de uso, los lubricantes empiezan a ser corrosivos y pueden degradar tanto el equipo como la eficiencia del sistema.
- Para compresores rotatorios lubricados por inyección, el aceite sirve para lubricar engranes y las superficies de los engranajes internos del rotor. El aceite también actúa como sello y remueve algo del calor de compresión, por lo que es muy importante utilizar únicamente aceites que reúnan las especificaciones del fabricante.
- Si al motor eléctrico del compresor no se le da el mantenimiento adecuado, no solamente consumirá más energía, sino que podrá fallar antes de cumplir el tiempo de vida esperado. Dos aspectos que deben cuidarse en el mantenimiento de un motor son la lubricación y su limpieza.
- Mucho aceite de lubricación en el motor puede ser tan perjudicial como poco aceite y pueden ser las causas más comunes para que un motor falle prematuramente. Los motores deben lubricarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante
- Dado que los motores necesitan disipar calor, es importante mantener limpio y sin obstrucciones el aire que pasa a través de ellos.
- Las fallas en el tratamiento del aire comprimido pueden generar un excesivo consumo de energía, lo mismo que una calidad pobre del aire puede poner en peligro otros equipos. Todos los filtros deben mantenerse limpios. Los secadores, post-enfriadores y separadores se deben de limpiar para que se mantengan de acuerdo a especificaciones de sus fabricantes.
- Todas las trampas deben ser revisadas periódicamente y estar seguros que no estén pegadas. Una trampa pegada en posición de abierto fugará el aire comprimido y una trampa pegada en la posición cerrado causará que el condensado se regrese, pudiendo poner en peligro otros componentes.

5.1.2. Filtros de Partículas y Coalescentes:

- Dichos elementos son recambiables y deben ser remplazados periódicamente puesto que se van saturando y ocasionan altas perdidas de presión.
- Los filtros deben ser inspeccionados periódicamente; un filtro obstruido incrementará su caída de presión, lo cual puede hacer que se reduzca la presión en el punto de consumo, o bien puede incrementar la presión requerida del compresor, con el consecuente consumo excesivo de energía.

5.1.3. Secadores Regenerativos:

- Requieren un mantenimiento frecuente y los materiales desecantes se van deteriorando, por diversas causas tales como la contaminación del aceite, corrosión química, erosión ante el paso de aire, regeneración incompleta, etc.

5.1.4. Secadores por Absorción:

- La mezcla de agua y sustancia secante tiene que ser eliminada regularmente del absorbedor. Ello se puede realizar manual o automáticamente. Con el tiempo se consume la sustancia secante, y debe suplirse en intervalos regulares (2 a 4 veces al año). Al mismo tiempo, en el secador por absorción se separan vapores y partículas de aceite. No obstante, las cantidades de aceite, si son grandes, influyen en el funcionamiento del secador. Por esto conviene montar un filtro fino delante de éste.

5.1.5. Tanques de Almacenamiento:

- Revisar que la válvula de seguridad se abra a una presión un 20% mayor que la presión máxima del sistema y que tenga una capacidad de evacuación mayor a la de los compresores. Si no existe debe instalarse un manhole de inspección, un sistema de evacuación de condensado automático, un bypass para mantenimiento y un manómetro confiable. Algunas veces se colocan medidores de temperatura y doble manómetro (de reserva).

- El principal aspecto es la seguridad, ya que estos elementos son bombas en potencia. Las rutinas de mantenimiento se deben realizar con adecuada periodicidad, verificándose el estado de los elementos de seguridad realizándose inclusive ensayos no destructivos tales como ultrasonido y radiografías para verificar el óptimo estado de los mismos.
- El mantenimiento que se realiza al tanque se limita a una limpieza interior en muy escasas ocasiones, además de la verificación constante de las purgas.

5.2 Plan de Mantenimiento Preventivo Sugerido por Atlas Copco

Los compresores de aire suministrados en los paquetes de aire fabricados en Atlas Copco Venezuela, posee planes de mantenimiento preventivo recomendado para cada modelo de equipos. Los mismos han sido elaborados por personal altamente calificado en el área y contempla actividades de inspección, mantenimiento y sustitución de componentes y partes del compresor de aire cada 2000 o cada 4000 horas dependiendo del modelo del compresor así como también establece actividades para el mantenimiento mayor (“overhaul”) del equipo. A modo de ejemplo, en la figura N° 5.1, se aprecia el plan de mantenimiento recomendado para compresores Atlas Copco tipo tornillo, libres de aceite, modelo Z.

Por su parte, los secadores de aire por refrigeración, modelo FD, suministrados por Atlas Copco, requieren actividades mínimas de mantenimiento preventivo. Sólo se le realizan planes semestrales de mantenimiento que incluyen actividades de: limpieza de trampa de condensado, chequeo de parámetros y revisión de conexiones eléctricas.

Atlas Copco Venezuela, S.A.
Una Compañía del Grupo Atlas Copco

ANEXO 1

PLANES DE MANTENIMIENTO PARA LOS COMPRESORES MODELO " ZR"

ACTIVIDADES A REALIZAR.	visita insp.	Plan "A" 4000hr	Plan "B" 8000hr	Plan "C" 16000hr	Plan "D" 40000hr
1. Registro de Parámetro Operacionales	☑	☑	☐	☑	☐
2. Cambios de los Elementos Compresores					☐
3. Overhaul de la Caja de Transmisión.					☐
4. Cambio del elemento de los Filtros de Aceite y Aire.		☑	☐	☑	☐
5. Cambio del Elemento del Separador de Aceite.			☐	☑	☐
6. Cambio de Aceite "Roto Z ".			☐	☑	☐
7. Sustituir diafragma del descargador.		☑	☐	☑	☐
8. Mant.Trampa de Cond. Enf. Posterior y Intermedio.		☑	☐	☑	☐
9. Revisar camara de Admisión.		☑		☑	☐
10.Cambio del Kit. De la Val. Admision.			☐	☑	☐
11.Verificar inserto de silencidores			☐	☑	☐
12.Mantenimiento de la Válvula Check.				☑	☐
13.Cambio de Kit. De la Val. Descargadora.			☐	☑	☐
14.Medir relación de compresión.			☐	☑	☐
15.Chequeo de Fugas de Aire y Aceite.		☑	☐	☑	☐
16.Chequeo de todas la Uniones Roscadas y Anclaje.				☑	☐
17.Chequeo de Operación del Sistema de Regulación		☑	☐	☑	☐
18.Chequeo del Sistema Eléctrico (Tablero Eléctrico)	☑	☑	☐	☑	☐
19.Limpieza de la Trampa de Condensado		☑	☐	☑	☐
20.Limpieza química exterior de los Enfriadores		☑	☐	☑	☐
21.Limpieza química interior de los Enfriadores				☑	☐
22.Cambio del Kit. Bomba de Aceite.				☑	☐
23.Limpieza de Equipo	☑	☑	☐	☑	☐
24.Engrasar el Motor Eléctrico			☐	☑	☐
25.Verificación de los Rodamientos SPM 2000	☑	☑	☐	☑	☐

Figura Nº 5.1. Plan de Mantenimiento Preventivo para Compresores Atlas Copco modelo “Z”

CAPITULO VI
CONTROL DE COMPRESORES

Una buena estrategia de control siempre brindará la posibilidad de que el compresor opere eficientemente a carga parcial y con ello obtener substanciales ahorros energéticos, es por ello que en este capítulo se busca exponer los diferentes tipos de control de compresores individuales y múltiples existentes.

6.1. Esquemas Individuales de Control en Compresores

- *Prendido / Apagado (on/off o start/stop):* es el control más simple disponible, ya que a través de un simple interruptor automático de caída de presión prenden o apagan el motor del compresor. Dada su sencillez, se le puede utilizar tanto en compresores reciprocantes como en compresores rotativos tipo tornillo.

  Por la forma de operación, su aplicación se limita a sistemas con ciclos de servicio muy bajos; de lo contrario, el motor se puede sobrecalentar por los constantes arranques; además, se tendría que dar un mantenimiento mayor a otros elementos del compresor.

  Para mejorar su aplicación, se recomienda utilizarlos en conjunto con arrancadores suaves que nos permitan incrementar el número de arranques y paros por hora. Esta aplicación particular es muy útil cuando se tienen dos o más compresores y se requiere prenderlos en secuencia.

- *Carga / Sin-carga (load / unload):* conocidos también como controles de velocidad constante, estos esquemas alimentan el sistema en el modo de “carga” y cuando la presión se alcanza, pasan al modo “sin-carga”, donde el compresor sigue trabajando, pero sin entregar aire al sistema; esto permite que el motor opere a velocidad constante. Generalmente, se utilizan en compresores reciprocantes y en compresores rotativos tipo tornillo de alta capacidad, pero pueden consumir de 15% a 35% de la

potencia a plena carga al trabajar en vacío (modo “sin-cargar”), por lo que pueden ser muy ineficientes.

- *Pasos Múltiples o Carga Parcial (part-load):* debido a que pocos sistemas de aire comprimido operan a plena carga todo el tiempo y dado que el desempeño de un compresor se vuelve crítico a cargas parciales, algunos compresores se diseñan para trabajar bajo estas condiciones de carga a través de estos esquemas de control que permiten regular la presión de salida sin afectar su desempeño y sin requerir un control del tipo prendido/apagado o del tipo carga/sin-carga.

- *Variadores de Frecuencia (“Variable Speed Driver”) (VSD):* A través de variar la frecuencia, los esquemas de control VSD varían automáticamente la velocidad del motor del compresor; esto permite hacer un modulado fino de la capacidad del compresor y, por lo tanto, responder fielmente y de forma precisa a las fluctuaciones de la demanda.

  Los VSD se pueden instalar en casi cualquier compresor, pero, por sus características, los mejores resultados se obtienen aplicándolos en los compresores rotativos tipo tornillo, sobre todo cuando se tienen demandas fluctuantes, ya que tienen una excelente respuesta a picos de carga.

  Los esquemas de control VSD eliminan el modo de operación “sin-carga”, por lo que se eliminan las perdidas estimadas del 15% al 35% que se tienen por operar en vacío al compresor; además, al poder medir la presión con gran exactitud, permiten ajustar la velocidad en forma automática, manteniendo, por lo tanto, una presión constante en el sistema.

6.2. Estrategias de Control para Sistemas Múltiples

- *Secuenciadores (control maestro simple o single master):* son dispositivos utilizados para regular un sistema a través de ir metiendo o sacando en secuencia la capacidad de los compresores individuales de acuerdo a la demanda del sistema. La decisión de cual y cuando entra y sale un compresor la realiza la unidad maestra.

Este sistema de control, generalmente, ofrece una alta eficiencia, debido a que los rangos de aproximación en la presión, son muy estrechos; esto permite una reducción en la presión promedio del sistema, pero nuevamente, se deben tomar precauciones cuando se utiliza el promedio mas bajo de presión, ya que cambios repentinos en la demanda pueden ocasionar caídas de presión por debajo del mínimo requerido, llevando con esto, a un funcionamiento inadecuado del equipo.

- *Controles en Red (control multi-maestro o multi-master)*: Los controles en red ofrecen lo último en sistemas de control. Cada compresor tienen un control individual, pero ligado en forma conjunta y comparten toda la información del sistema, siendo uno de ellos definido como líder. Dado que se comparte información, las decisiones tomadas con respecto a la demanda son mucho más rápidas y precisas, lo que permite disminuir el porcentaje de presión en el sistema, obteniendo con ello los ahorras antes mencionados.

  Es importante señalar que estos controladores son utilizados para sacar de operación cualquier compresor que se encuentre operando de manera innecesaria; además, también permiten la operación del compresor de un modo más eficiente. Los controladores utilizados en red son, pues, una combinación de controles que brindan la posibilidad de controlar un compresor de forma individual, así como todo un sistema de aire comprimido.

  A pesar de que los costos para este tipo de control siguen siendo altos, cada día se vuelven mas comunes, debido a que reducen de forma importante los costos operacionales, por lo que se debe estudiar cuidadosamente su rentabilidad y buscar la forma de instalarlos.

CAPITULO VII
FORMATOS PARA EL SEGUIMIENTO DEL PROYECTO

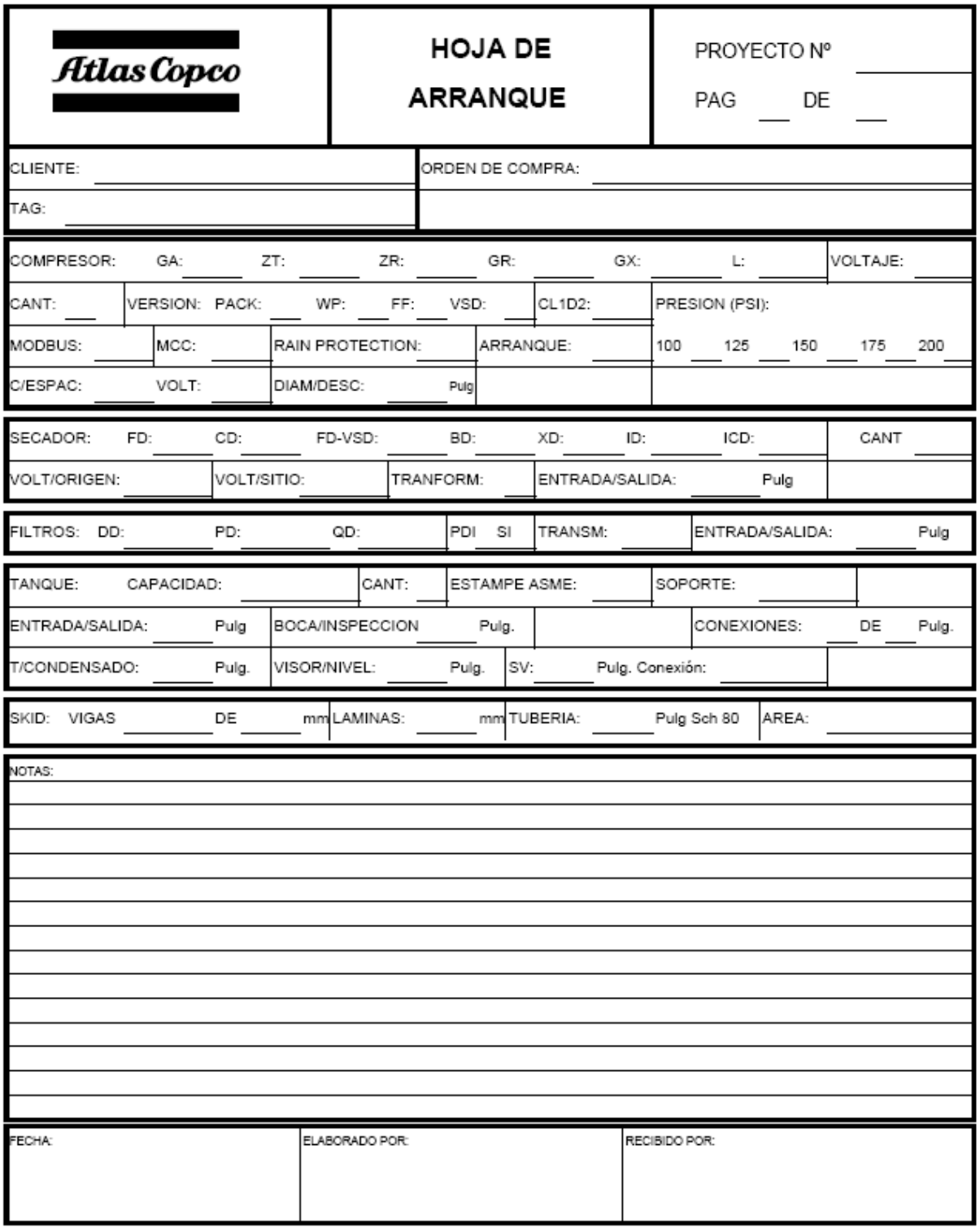
Todo proyecto debe poseer un seguimiento que permita el control de lo que sucede, en cuanto a documentación, materiales, información, planificación, entregas, etc.

Si se realizan proyectos a menor escala: uno por vez, por ejemplo, es menos complicado hacer dicho seguimiento sin ayuda de formatos, pero si aumenta el volumen de la demanda el control se dificulta y da paso a esta necesidad, es por esto que se plantean en este capitulo la implementación de ciertos formatos que permitan la ubicación rápida de la información al ser requerida y el control de la misma, lo cual además puede ser útil para llevar un historial y que ésta data sea analizada y mejorados los procedimientos de ser necesario.

Formato 1: HOJA DE ARRANQUE DE PROYECTO: (Figura Nº 7.1) es un formato en el cual se busca resumir en una sola hoja los datos técnicos, especificaciones y requerimientos mas importantes que caracterizan los equipos incluidos en el proyecto.

Formato 2: CHECK LIST DE ACTIVIDADES: (Figuras Nº 7.2 y 7.3) en este formato se enumeran las actividades a realizar durante todo el periodo que dure el proyecto, las mismas que serán listadas en el cronograma (formato 3) pero en este formato se busca tener un listado rápido que permita chequear las actividades completadas. El mismo debe ser actualizado semanalmente de acuerdo a los avances.

Formato 3: CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES: Todas aquellas actividades listadas en el check list son plasmadas en el cronograma con el tiempo estimado de duración de cada una de ellas. Este formato debe ser actualizado quincenalmente y cualquier retraso o reprogramación debe ser debidamente notificada al comprador.



Atlas Copco	HOJA DE ARRANQUE	PROYECTO Nº PAG ___ DE ___

CLIENTE:	ORDEN DE COMPRA:
TAG:	

COMPRESOR:	GA:	ZT:	ZR:	GR:	GX:	L:	VOLTAJE:				
CANT:	VERSION:	PACK:	WP:	FF:	VSD:	CL1D2:	PRESION (PSI):				
MODBUS:	MCC:	RAIN PROTECTION:	ARRANQUE:				100	125	150	175	200
C/ESPAC:	VOLT:	DIAM/DESC: Pulg									

SECADOR:	FD:	CD:	FD-VSD:	BD:	XD:	ID:	ICD:	CANT
VOLT/ORIGEN:	VOLT/SITIO:	TRANFORM:	ENTRADA/SALIDA: Pulg				

FILTROS:	DD:	PD:	QD:	PDI SI	TRANSM:	ENTRADA/SALIDA: Pulg

TANQUE:	CAPACIDAD:	CANT:	ESTAMPE ASME:	SOPORTE:		
ENTRADA/SALIDA: Pulg	BOCA/INSPECCION Pulg.		CONEXIONES: DE Pulg.			
T/CONDENSADO: Pulg.	VISOR/NIVEL: Pulg.	SV: Pulg. Conexión:				

SKID: VIGAS	DE mm	LAMINAS: mm	TUBERIA: Pulg Sch 80	AREA:	

NOTAS:

FECHA:	ELABORADO POR:	RECIBIDO POR:

Figura Nº7.1. Hoja de Arranque de Proyecto

Atlas Copco

2. CHECK LIST ACTIVIDADES

FECHA:

EN TALLER	SKID PENDIENTE	COMPLETADO	SKID PENDIENTE	COMPLETADO	SKID PENDIENTE	COMPLETADO
GENERAL						
Elaboración Cronograma de Actividades						
Ingeniería - Generación de Planos						
Envio de planos a revisión por el cliente						
Emisión de Planos para construcción						
Colocación O/C Tanque						
Colocación O/C Skid						
Colocación O/C Manómetro						
Colocación O/C Válvula de Alivio						
TANQUE DE LT (Si Aplica)						
Planos, Cálculos, Plan de Calidad						
Procura						
Planos de Taller						
Recepción de Materia Prima						
Fabricación de los Tanques						
Colocación de Placa de Identificación						
COMPRESORES						
Colocación O/C Compresores AC Bélgica						
Fabricación de Compresores						
Transporte de Compresores hasta Puerto						
Nacionalización de Compresores						
Transporte de equipos hasta RAINBOW						
Elaboración Placas de Identificación						
Facturación por llegada de equipos						
SKID						
Planos de construccion de los Skid						
Revision por el cliente						
Procura de materiales para skid						
Construccion de los skid						
Pintado skid						
Terminado de skid						
SECADOR - FILTROS						
Colocacion O/C secador-filtros ACV Bélgica						
Fabricación secador-filtros						
Transporte de secador-filtros						
Nacionalización de secador-filtros						

Figura Nº 7.2. Formato 2: Check List de Actividades

Atlas Copco

2. CHECK LIST ACTIVIDADES

FECHA:

EN TALLER	SKID		SKID		SKID	
	PENDIENTE	COMPLETADO	PENDIENTE	COMPLETADO	PENDIENTE	COMPLETADO
Transporte de equipos hasta RAINBOW						
Facturación por llegada de equipos						
INTERCONEXION						
Procura de Materiales para interconexión						
Ensamblaje de los by pass de filtros						
Ensamblaje de tuberia de aire comprimido						
Fijacion de soportes de tuberia						
Prueba de fugas						
Reparacion de fugas (si aplica)						
Ensamblaje de tuberia de electricidad						
Instalacion de tuberia de electricidad						
Instalación Caja de Potencia						
Preparacion de Superficie para Pintura						
Pintado de tuberia de aire comprimido						
Colocacion de skid sobre gandola						
Transporte						

EN CAMPO	SKID		SKID		SKID	
	PENDIENTE	COMPLETADO	PENDIENTE	COMPLETADO	PENDIENTE	COMPLETADO
Inicio de Actividades						
Colocacion de red MODBUS						
Colocacion de red Electricidad:						
- Colocación de Tubería Eléctrica						
- Cableado						
Pruebas de Funcionamiento						
Aceptacion de Pruebas						

Figura Nº 7.3. Continuación Formato 2: Check List de Actividades

Formato 4: CONTROL DE DOCUMENTOS: (Figura Nº 7.4) con este formato se pretende llevar el control de toda la documentación referente al proyecto emitida y recibida, y cada una de las revisiones correspondientes de la misma, lo cual facilita y clarifica las comunicaciones entre el comprador y proveedor, además de monitorear el tiempo entre revisiones de documento.

Atlas Copco	4. CONTROL DE DOCUMENTOS	PROYECTO No. MIP- PAGINAS: 1 de

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE:
EQUIPO:	ORDEN DE COMPRA:
	PROYECTO:

DOCUMENTO	FECHA ENVIO	transmittal	RECIBIDO FECHA/STATUS/ # TRANSMITTAL

ELABORADO POR:

Figura Nº 7.4. Formato 4: Control de Documentos

Formato 5: LISTADO DE MATERIAL PARA PROCURA: (Figura Nº 7.5) En este formato se busca listar el material a ser usado en la construcción y ensamblaje de equipos que conformaran el paquete de aire comprimido. En base a los planos de arreglo general (planta general e isometría) se realiza un conteo de este material. El material denominado como mecánico está conformado por: tuberías accesorios (codos, válvulas, tees), tuberías de soporte, abrazaderas, bridas, etc. Como material eléctrico podemos mencionar: tubería rígida y flexible para electricidad (conduit), conectores, cables.

Formato 6: CONTROL DE MATERIAL (TALLER): (Figura Nº 7.6) Debido a que el material adquirido mediante el proceso de procura es entregado directamente en el taller donde se lleva a cabo la fabricación y ensamblaje del paquete de aire comprimido es necesario controlar el material allí recibido y constatar esta información con la listada en el formato 6 para asegurar que el material recibido en taller es el solicitado tanto en características como en cantidades.

Formatos 7 y 7A: PLACAS DE IDENTIFICACIÓN ("NAMEPLATES"): (Figuras Nº 7.7 y 7.8) Por medio de la elaboración de este formato se busca tener un diseño estándar de una placa de identificación (Nameplate) solicitado por los compradores en la cual se concentren los datos de operación e identificación de cada uno de los equipos incluidos en el paquete de aire comprimido (compresores y secadora) además de relacionarlos directamente con el proyecto mediante la asignación de un número característicos (TAG).

Este formato es realizado en Autocad, y debe enviarse al proveedor correspondiente para su fabricación en el material indicado por el comprador. Atlas Copco se encarga de la elaboración de las placas de identificación o Nameplates de los equipos tales como compresores y secador de aire, los recipientes o tanques también deben poseer su placa de identificación pero la misma es elaborada por la empresa que fabrica dicho recipiente.

Atlas Copco	5. LISTADO DE MATERIALES MECANICOS PARA PROCURA	PROYECTO No. MIP- PAGINAS: 1 DE

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE:
EQUIPO:	ORDEN DE COMPRA:
	PROYECTO:

ITEM	CANT.	DESCRIPCION:

ELABORADO POR:	FECHA:

Figura Nº 7.5. Formato 5: Listado de Materiales para Procura

Atlas Copco	6. CONTROL DE MATERIAL (TALLER)	PAGINAS: 1 DE

NOTA DE ENTREGA	FECHA	PROVEEDOR	DESCRIPCIÓN MATERIAL

ELABORADO POR:	FECHA:

Figura Nº 7.6. Formato 6: Control de Material (Taller)

Figura Nº 7.7. Formato 7: Placa de Identificación Compresor

Figura Nº 7.8. Formato 7A: Placa de Identificación Secador

Formato 8: ENTREGA DE EQUIPOS: (Figura Nº 7.9) Al finalizar el proyecto y ser entregado el paquete en campo debe ser llenado el siguiente formato donde quede constancia de las condiciones en la cuales fue entregado el mismo. Este formato debe ir firmado por personal de Atlas Copco y personal de la empresa que recibe el paquete de aire, en conformidad con el mismo o con las observaciones a las que haya lugar. De ser necesario este documento puede ir acompañado de fotografías u otros anexos.

Formato 9: PROTOCOLO DE PRUEBA: Como condición de entrega muchas veces se solicita realizar una prueba de funcionamiento, la misma puede ser realizada en taller antes del despacho del equipo como condición para que sea liberado por el comprador, o bien una vez despachado la misma debe realizarse en sitio (campo). En este documento se enumeran las actividades a realizar para poner en prueba el funcionamiento de los equipos. Dicho Protocolo de Pruebas puede ser apreciado en detalle en el anexo 2.

Atlas Copco	8. ACTA DE ENTREGA DE EQUIPOS	PROYECTO No. PAGINAS: DE

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE:
PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO EQUIPO: **TAG #**	ORDEN DE COMPRA:
	REPRESENTANTE:
POR ACV:	

OBSERVACIONES:

POR EL CLIENTE:	POR ACV:	FECHA:

Figura Nº 7.9. Formato 8: Acta de Entrega de Equipos

CAPITULO VIII
GUIA PARA LA EJECUCIÓN Y SEGUIMIENTO DEL PROYECTO DE ENSAMBLAJE DE UN PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO

1º Especificaciones del Diseño

Se debe leer detenidamente las especificaciones y requerimientos emitidas por el cliente, para determinar los parámetros básicos que determinaran las características de los equipos (compresores, secador, filtros) y demás componentes del paquete de aire comprimido. La mayor parte de la información a tener en cuenta se encuentra en la Hoja de Datos y normas que rigen el proyecto y que deben ser enviadas por el cliente.

2º Selección de los equipos que conformaran el paquete de aire comprimido.

De acuerdo a los requerimientos y especificaciones identificadas en el punto anterior se procede al dimensionamiento y selección de los principales equipos que conforman el paquete de aire (Compresores, Secadora, Filtros). Los parámetros más importantes para este fin son: Presión, Caudal y Calidad del Aire. También es necesario identificar los datos que permitirán el dimensionamiento del tanque de Almacenamiento o Pulmón en caso de ser requerido

Una vez seleccionados los equipos, se debe completar la información en el FORMATO 1: HOJA RESUMEN DE PROYECTO, para control del mismo y fácil manejo y ubicación de la información.

3º Elaboración de Cronograma de Actividades (Formato 3)

Por medio de la elaboración de un cronograma se busca llevar el control de todas las actividades a realizar y prever y planificar el tiempo necesario para cada una de estas labores. El tiempo estimado de duración de las actividades propuestas se basa mayormente en la experiencia previa.

Es importante tener en cuenta la simultaneidad de algunas actividades, sobre todo en la etapa de ensamblaje de los paquetes de aire, para poder cumplir con las fechas previstas estipuladas para la entrega de los mismos.

Se recomienda el uso de Microsoft Project para la elaboración de este cronograma o cualquier otra herramienta similar que permita realizar un cronograma de este tipo.

4º Colocación Ordenes de Compra (Skid y Tanque) y Pedido de equipos Atlas Copco a Fábrica (Bélgica)

Se inicia el proceso de procura con la colocación de las órdenes de compra del material que tardará más tiempo para su despacho, como lo son:

Equipos: Compresores, Secador y Filtros son componentes importados y su despacho dura alrededor de 8 semanas

Tanque: de fabricación nacional y su fabricación se realiza en un periodo de aproximadamente 8 semanas

Skid: de fabricación nacional y su fabricación se realiza en un periodo de aproximadamente 6 semanas

5º Elaboración de Planos de Arreglo General: (y posterior envío al cliente)

Se realizan generalmente tres (3) planos de arreglo general: Planta Skid y General, Elevaciones e Isometría. Los planos son elaborados por un dibujante al cual se le suministra toda la información y data necesaria, y este con ayuda del programa AutoCad realiza dichos planos. Se realiza una primera emisión de cada uno de los planos mencionados y dependiendo de los comentarios realizados por el cliente se hacen las respectivas correcciones y se realizan las nuevas emisiones hasta su aprobación definitiva para la construcción.

Dimensionamiento de Skid: se realiza de acuerdo a las dimensiones de los equipos que en él se colocaran y respetando las distancias recomendadas por el fabricante entre equipos considerando la disponibilidad del espacio necesario a la hora de realizar el mantenimiento requerido.

Selección de tubería y accesorios a utilizar (diámetro y “Schedule”): definir el trazado de la tubería de acuerdo a la disposición de los equipos sobre el skid y de acuerdo a los requerimientos (aire de instrumentación y/o servicio).

6º Elaboración de Plano de Tubería e Instrumentación (“Piping and Instrumentation Diagram”, P&ID)

Siguiendo las normas de elaboración de un Diagrama de Tubería e Instrumentación, elaborar el correspondiente a los equipos seleccionados y la tubería escogida para la interconexión.

7º Elaboración de Planos Eléctricos (basados en los planos eléctricos originales de cada equipo emitidos por fábrica)

Los compresores poseen su diagrama eléctrico característico elaborado por fábrica de acuerdo a las características con las que fue ensamblado y fabricado el equipo. Sólo se plasma esta información en el formato de planos de Atlas Copco para su posterior envío y revisión por parte del cliente.

8º Procura de Material

Basándose en los planos de arreglo general (principalmente Planta General y Vista Isométrica), realizar el conteo estimado de materiales tanto mecánicos (tuberías neumáticas y accesorios; válvulas, codos, tees, soportes) como eléctricos (tubería para electricidad, caja de conexiones, accesorios) que serán requeridos en el ensamblaje y fabricación del paquete de aire comprimido. Como herramienta utilizar el Formato 5. Seguidamente colocar las órdenes de compra del material a los proveedores correspondientes.

9º Elaboración de Placas de Identificación de Compresores y Secadora (FORMATO 7):

Con la finalidad de identificar los equipos principales (compresores y secador) que componen el paquete de aire se deben plasmar en una placa, las especificaciones del mismo, incluido el número de identificación asignado por el comprador denominado “TAG”. Las características y dimensiones de la placa están dadas en el Formato 7 y 7A y deben ser enviadas al proveedor correspondiente para su elaboración. Las mismas son elaboradas en aluminio con un revestimiento de resina para protección.

10º Pruebas de Funcionamiento y Entrega de Equipos en Campo.

En esta etapa del proyecto, una vez finalizada la fabricación y ensamblaje del paquete, debe ser entregado el mismo y realizadas las pruebas de funcionamiento. Esta prueba, dependiendo de las condiciones y la disponibilidad de la corriente eléctrica necesaria para alimentación de los equipos, se realiza en el taller donde es ensamblado el paquete o en campo, y con la información allí arrojada se deben completar los formatos 8 y 9, correspondientes a Entrega de Equipos y Pruebas de Funcionamiento respectivamente.

11º Actividades Recomendadas de Mantenimiento Preventivo Programado

En el capítulo V, se describe el plan de Mantenimiento Recomendado por Atlas Copco para sus equipos, este Plan es suministrado al cliente, de manera al que pueda dar el cuidado adecuado a los compresores para garantizar su buen funcionamiento.

12º Elaboración del Manual del Paquete de Aire Comprimido (“Data Book”)

Recopilar toda la información y documentación inherente a los equipos y al material empleado en la fabricación y ensamblaje del paquete de aire comprimido, la cual será organizada y clasificada para la elaboración del Data Book.

CAPITULO IX
APLICACIÓN: CASO REAL

Para ejemplificar la metodología propuesta en el presente trabajo para la ejecución y seguimiento del proyecto de ensamblaje de un paquete de aire comprimido, se describirá un caso real, en el cual se aplicaron gran parte de las mejoras planteadas, en este trabajo.

1º Especificaciones de Diseño:

En primera instancia se recibieron los requerimientos del cliente, los cuales vienen dados principalmente en la Hoja de Datos ("Data Sheet") del proyecto, así como el conjunto de normas que lo rigen, para que basados en ellos sean seleccionados y cotizados los equipos solicitados. El anexo 3 muestra la Hoja de Datos del proyecto que servirá para ejemplificar el presente trabajo.

2º Selección de Equipos:

Compresores: extrayendo de la Hoja de Datos los datos necesarios para seleccionar el compresor, (figura Nº 9.1), se obtuvo lo siguiente:

- *Presión*: 164.7 psia (se deben garantizar 100 psig a la salida del skid después del tanque)
- *Caudal Requerido*: 200 scfm
- *Con Inyección o Libre de Aceite*: de Tornillos con inyección de Aceite

Con estos parámetros se recurre a la Selección dentro de la gama de compresores Atlas Copco, y de acuerdo a los parámetros mostrados en el catálogo de equipos Atlas Copco (anexo 4), notamos que el equipo adecuado es el GA 37-150.

OPERATING CONDITIONS (COMPRESSOR-0004-K- 20001 A/B)		
(ALL DATA ON PER UNIT BASIS)	**NORMAL (Min/Max)**	**RATEDA/B**
● GAS HANDLED	AIR	
● FLOW (SCFM) at 14.7 Psia & 60 °F)	200	
○ WEIGHT FLOW, (lb/h) (WET) (DRY)		
INLET CONDITIONS:		
● PRESSURE, (Psia) (Prefilter inlet)		Atmospheric
● TEMPERATURE, (°F) (Min-Max)	72-90	
● RELATIVE HUMIDITY, (%)	82-100	
○ MOLECULAR WEIGHT, (M)		
○ Cp/Cv (K1) or (K avg)		1.4
DISCHARGE CONDITIONS:		
● PRESSURE,(Psia))(At comp disch)	164.7	
● TEMPERATURE, (°F	100	
○ RELATIVE HUMIDITY, (%)		
● MOLECULAR WEIGHT, (M)	29	
☐ Cp/Cv (K1) or (K avg)		
☐ MIN ΔP BETWEEN STAGES, (Psia)		
☐ SPEED, (RPM)		
☐ PRESSURE RATIO, (R)		
☐ VOLUMETRIC EFFICIENCY (%)		
☐ SILENCER ΔP		
○ _____		

REMARKS _____

Manufacturer shall guarantee 100 Psig at outlet skid after Receiver .

REMARK
• Utility and instrument air shall be supplied by two electric motor driven air compressors. The air compressors will be **Oil flooded rotary screw** type. A dry cartridge intake filter should be provided for the compressor in accordance with the manufacturer's recommendations.
• Filters should be located so they are readily accessible for maintenance.
•Electric Power Instrument 24 VDC / Heater 120 V 1 Phase 60 Hz / Aux Motor 480 V 3 Phase 60 Hz.
•Accessories to be furnished : Inlet Filter/Silencer (< 5 microm, 1 ½ compressor flow), Aftercooler, Receiver and accessories (w ladder and auto drain trap\), Baseplate, blow off and silencer instrumentation and control panel, **(Nema 3R (as minimum)** w l controller , Lube oil cooler, Oil separator < 1 ppm .
•Instrument Air quality according to ISA 57.001 section 5.
•Vendor shall supply YV2018 / PCV 2006 (Control valve) shown on PID **FF-010-13-2116-D-004**. and all instrumentation

Figura Nº 9.1. Especificaciones del cliente para el Compresor de Aire

Secador de Aire: Debido a que el aire comprimido debe ser aire seco, es necesario agregar un secador de aire de acuerdo a las especificaciones de expuesta en la Hoja de Datos (figura Nº 9.2), las cuales se muestran a continuación:

- *Punto de Rocío:* 40°F
- *Adsorción o Refrigeración:* Secador por Refrigeración
- *Caudal:* 200 scfm

INSTRUMENT AIR DRYER 0004-D-2001

DESIGN REQUIREMENTS

		OPERATING	DESIGN		OPERATING	DESIGN
1	FLOW SCFM at 14.5 PSIA and 60 °F		200	DISCH. TEMP. °F	NOTE 7	
	SUCTION PRESS. Psia (Prefilter Inlet)		**116**	DEW POINT °F	**40**	NOTE 3
	DISCH. PRESS. Psia			MOLECULAR WEIGHT		
	SUCTION TEMP. ° F (Prefilter inlet)		**100**	DENSITY (Kg/m3)		

EQUIPMENT SELECTION

1	MANUFACTURER	**ATLAS COPCO**	MODEL	**FD 110**	SERIAL	**CAQ 133050**
	SIZE (HxWxD)	**34,5 x 31,9 x 27,4 in**	TYPE	**REFRIGERANT**	Nº OF UNITS	**1**

REMARKS
1.Dryer refrigerant type: R-134A (Non fluor).
2.Pressure drop through air dryer shall not be more than 5 Psi.
3.Outlet dew point temperature at dryer outlet pressure shall be 39.2ºF.
4.Max. particle size in the instrument air system shall be less than 5 microns.
5.Lubricant content shall not exceed one (1) PPM w/w.
6.Vendor to complete information designated by double asterick (**).
7.Vendor to ensure that dryer discharge temperature no higher than 100 ºF

Figura Nº 9.2. Especificaciones del cliente para el Secador de Aire

Cabe destacar que tal como se aprecia en la figura Nº 9.2, en la hoja de datos del cliente, se especifica la secadora de aire Atlas Copco, modelo FD-110, la cual cumple con los requerimientos de caudal y punto de rocío deseados. Los datos técnicos de la secadora FD 110 pueden ser apreciados en mayor detalle en el catálogo de Secadores Atlas Copco expuesto en el anexo 5.

Filtros de Aire: las figuras Nº 9.3 y Nº 9.4, muestran las especificaciones para los prefiltros y postfiltros solicitados por el cliente, respectivamente. Cotejando con los disponibles dentro de la gama Atlas Copco, y como bien está indicado en las especificaciones,

los modelos DD-120 y PD-120 son los que se ajustan para esta aplicación. El catálogo de Filtros es mostrado en el anexo 6 para mayor detalle.

PREFILTER 0004-FIL-2001 A/B
BASIC DATA

DESIGN FLOW SCFM at 1 4.7 Psia & 60 F	246
MOLECULAR WEIGHT:	
DENSITY: (Lb/ft^3)	
VISCOSITY, CP:	
INLET PRESSURE , Psia: (NOR/MAX)	116 / 246,5
INLET TEMPERATURE , °C:	66 max
CORROSIVE CONTAMINANT:	OIL WATER
FILTER TYPE	
N° OF ELEMENTS/CAPACITY:	2 / 100% EACH
TYPE OF ELEMENTS:	COALESCENTER

EQUIPMENT SELECTION

MANUFACTURER	ATLAS COPCO	MODEL	DD 120	SERIAL	
SIZE (HxWxD)		TYPE	COALESCENTER	N° OF UNITS	2
N° REQ D / CAPACITY	2 / SIZED 100%		SERVICE		
FILTER EFFICIENCY: 99,9 %			SERVICEC LIFE: 4000 Hr		

Figura Nº 9.3. Especificaciones del cliente para los Prefiltros

AFTERFILTER 0004-FIL-2002 A/B BASIC DATA

DESIGN FLOW SCFM at 1 4.7 Psia & 60 F	246
MOLECULAR WEIGHT:	
DENSITY: (Lb/ft^3)	
VISCOSITY, CP:	
INLET PRESSURE , PSIA (NOR/MAX)	116 / 246,5
INLET TEMPERATURE , °C:	66 max
CORROSIVE CONTAMINANT:	
FILTER TYPE	
N° OF ELEMENTS:	
TYPE OF ELEMENTS:	DRY HIGH EFFICIENCY

EQUIPMENT SELECTION

MANUFACTURER	ATLAS COPCO	MODEL	PD 120	SERIAL	
SIZE (HxWxD)		TYPE	DRY HIGH EFFICIENCY	N° OF UNITS	2
N° REQ D / CAPACITY:	2 / SIZED 100%		SERVICE		
FILTER EFFICIENCY: 99.99%			SERVICEC LIFE: 4000 Hr		

Figura Nº 9.4. Especificaciones del Cliente para los Postfiltros

Recipiente de Almacenamiento: de la hoja de datos del cliente se obtuvieron las especificaciones del tanque o recipiente (figura Nº 9.5), en las cuales se puede apreciar que ya estaba establecido un volumen especifico para el mismo. Con este dato se le solicita al proveedor del recipiente que realice los cálculos necesarios para aprobación del cliente en cuanto a espesor de pared, diámetro y altura.

Service: Air Receiver		
Volume **3054 Gal**	■ Vertical	❑ Horizontal
DESIGN DATA		
Code:	■ ASME SECT. VIII, DIV. 1 last edition ❑ ASME DESIGN & WORKMANSHIP ❑ API 620 ❑ API 650	
Radiography:	Long. Seam ■ Full, 100% (RT-1) ❑ Spot, 85% (RT-3)	Circumf. Seam ■ Full, 100% (RT-1) ❑ Spot, 85% (RT-3)
Corrosion Allowance:	0.125 Inch	
Heads Type:	Elliptical 2:1	
Support Type:		Qtty
	■ Skirt	1
	❑ Saddles	
	❑ Legs	
	❑ Lugs	
PROCESS DATA		
Operation Press.: **60-140 Psig**	M.A.W.P.:	
Intern. Design Pressure: 165 Psig(Min)	Vacuum: 0	
Operation Temp.:	Design Temp.(int/ext): °F	
M.D.M.T.:	Test Pressure:	
CONSTRUCTION		
Strees Relief/PWHT: NA	Fire Proofing: NA	
Insulation Sup. Type: N/A	Insulation Thk: N/A	
Basic Wind Speed (mph): 67		
Earthquake Zone: Zone 4 Covenin UBC 2000		
Surface Prep.:	Coating:	
Internal Type/Mat'l.: By Vendor	Demister Type/Mat'l.: N/A	
Heating Req'd.: N/A	Agitation Req'd.: N/A	
❑ Ladders	❑ Ladders	❑ Ladders

Figura Nº 9.5. Especificaciones del Cliente para el Recipiente de Almacenamiento

Cabe destacar que en este caso en particular, debido al volumen y dimensiones del tanque o recipiente de almacenamiento, el mismo se suministra por separado y no estará dispuesto sobre la base común con los otros equipos.

De esta manera, una vez conocidos los equipos que mejor se ajustan a los requerimientos, se procedió a elaborar la oferta del paquete de aire comprimido con las características técnicas y económicas, que fue enviada al cliente. Una vez aceptada la oferta y colocada la orden de compra, se dio inicio al proyecto de fabricación del paquete.

Conocidos los datos básicos o de arranque del proyecto se completó la información del Formato 1, el cual se muestra en la figura N° 9.6.

3º Elaboración del Cronograma de Actividades:

Conocidos los tiempos que requerían las actividades involucradas en la fabricación y ensamblaje del paquete de aire comprimido, se procedió a realizar el cronograma de actividades correspondiente mostrado en las figuras N° 9.7, 9.8 y 9.9.

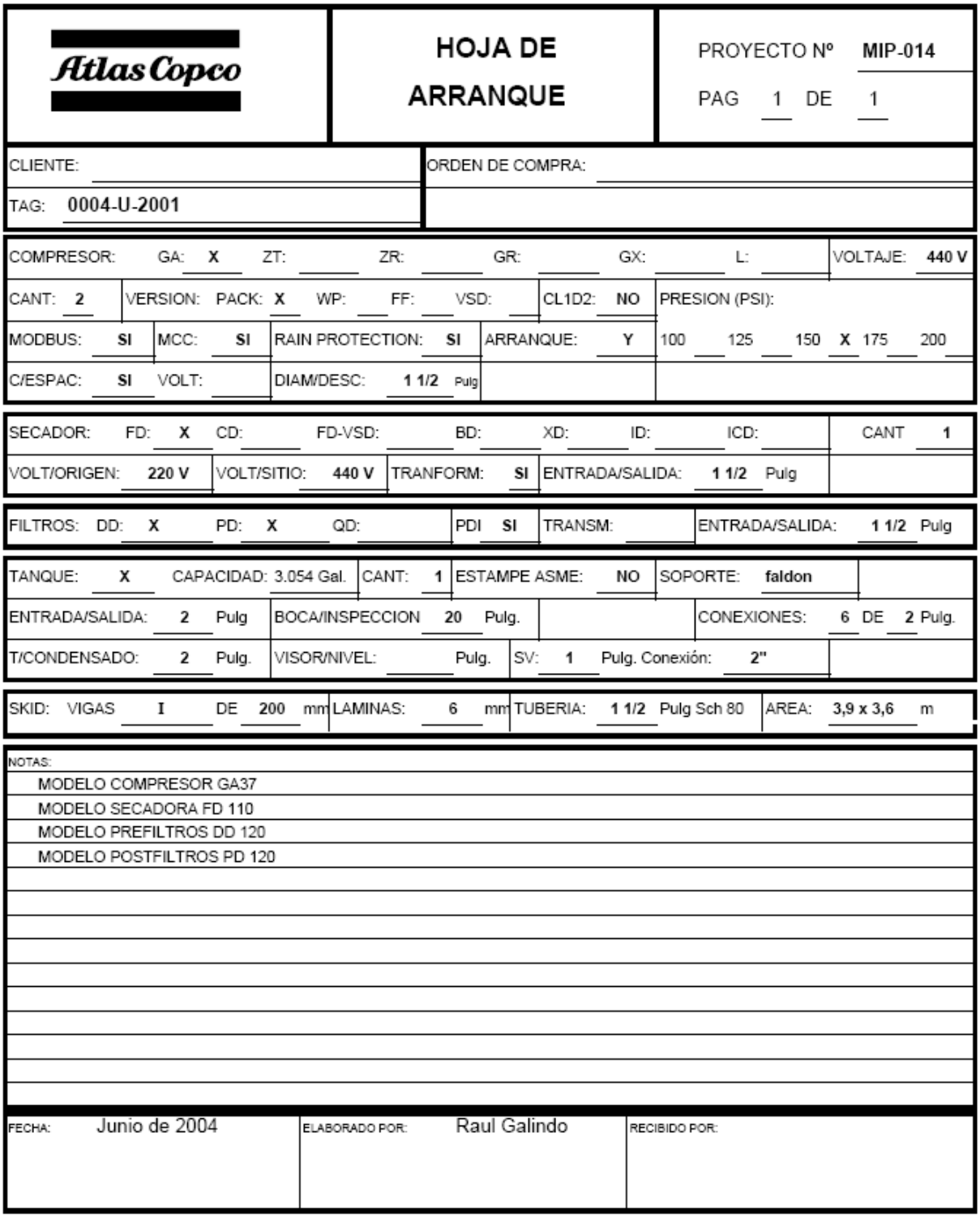
4º Colocación de ordenes de compra (skid y Tanque) y pedido de equipos Atlas Copco: Tan pronto fueron completados los pasos anteriores, se colocaron las ordenes de compra de los equipos y componentes cuyo tiempo de despacho eran mayores, tal y como indicaba el cronograma que debía ser la primera actividad a realizar:

Equipos Atlas Copco: Compresores, Secador y Filtros son traídos de la fábrica de Atlas Copco ubicada en Amberes, Bélgica y su importación se realiza en un período aproximado de 8 semanas.

Tanque y Skid: son suplidos por una empresa subcontratada, la cual garantiza la entrega de estos componentes en 8 y 6 semanas respectivamente.

5º Elaboración de Planos de Arreglo General:

De acuerdo a lo expresado en el capítulo anterior, son tres (3) los planos de arreglo general que deben realizarse. A continuación una breve descripción de cada uno:



Atlas Copco	HOJA DE ARRANQUE	PROYECTO Nº MIP-014 PAG 1 DE 1

CLIENTE:	ORDEN DE COMPRA:
TAG: 0004-U-2001	

COMPRESOR:	GA: X	ZT:	ZR:	GR:	GX:	L:	VOLTAJE: 440 V				
CANT: 2	VERSION: PACK: X	WP:	FF:	VSD:	CL1D2: NO	PRESION (PSI):					
MODBUS: SI	MCC: SI	RAIN PROTECTION: SI	ARRANQUE: Y	100	125	150	X 175	200			
C/ESPAC: SI	VOLT:	DIAM/DESC: 1 1/2 Pulg									

SECADOR: FD: X	CD:	FD-VSD:	BD: XD:	ID: ICD: CANT 1
VOLT/ORIGEN: 220 V	VOLT/SITIO: 440 V	TRANFORM: SI	ENTRADA/SALIDA: 1 1/2 Pulg	

FILTROS: DD: X	PD: X	QD:	PDI SI	TRANSM:	ENTRADA/SALIDA: 1 1/2 Pulg

TANQUE: X	CAPACIDAD: 3.054 Gal.	CANT: 1	ESTAMPE ASME: NO	SOPORTE: faldon		
ENTRADA/SALIDA: 2 Pulg	BOCA/INSPECCION 20 Pulg.			CONEXIONES: 6 DE 2 Pulg.		
T/CONDENSADO: 2 Pulg.	VISOR/NIVEL: Pulg.	SV: 1 Pulg. Conexión: 2"				

SKID: VIGAS I	DE 200 mm	LAMINAS: 6 mm	TUBERIA: 1 1/2 Pulg Sch 80	AREA: 3,9 x 3,6 m		

NOTAS:

- MODELO COMPRESOR GA37
- MODELO SECADORA FD 110
- MODELO PREFILTROS DD 120
- MODELO POSTFILTROS PD 120

FECHA: Junio de 2004	ELABORADO POR: Raul Galindo	RECIBIDO POR:

Figura N° 9.6. Formato 1: Hoja de Arranque de Proyecto TAG # 0004

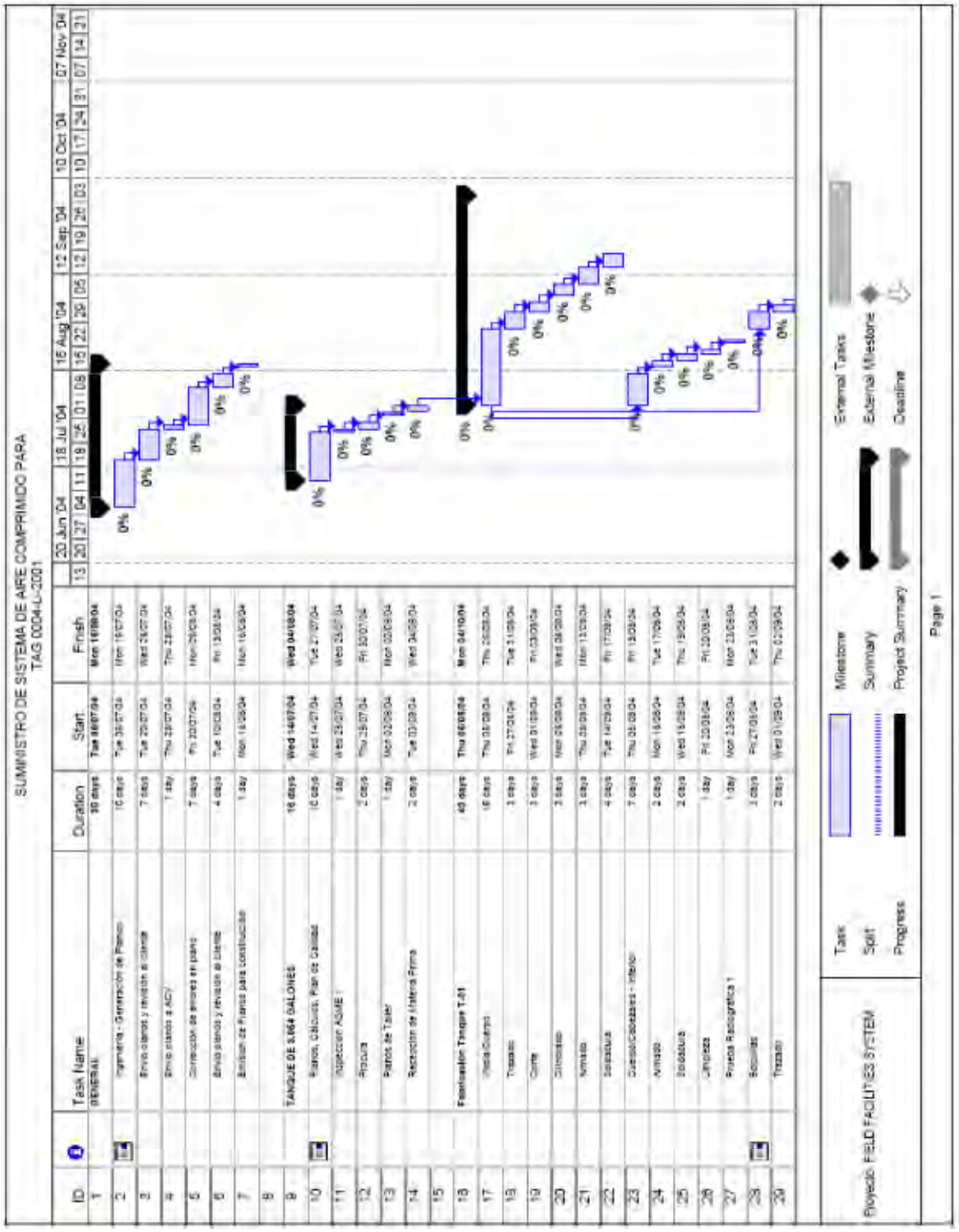


Figura N° 9.7. Cronograma de Actividades TAG # 0004 (Pág.1)

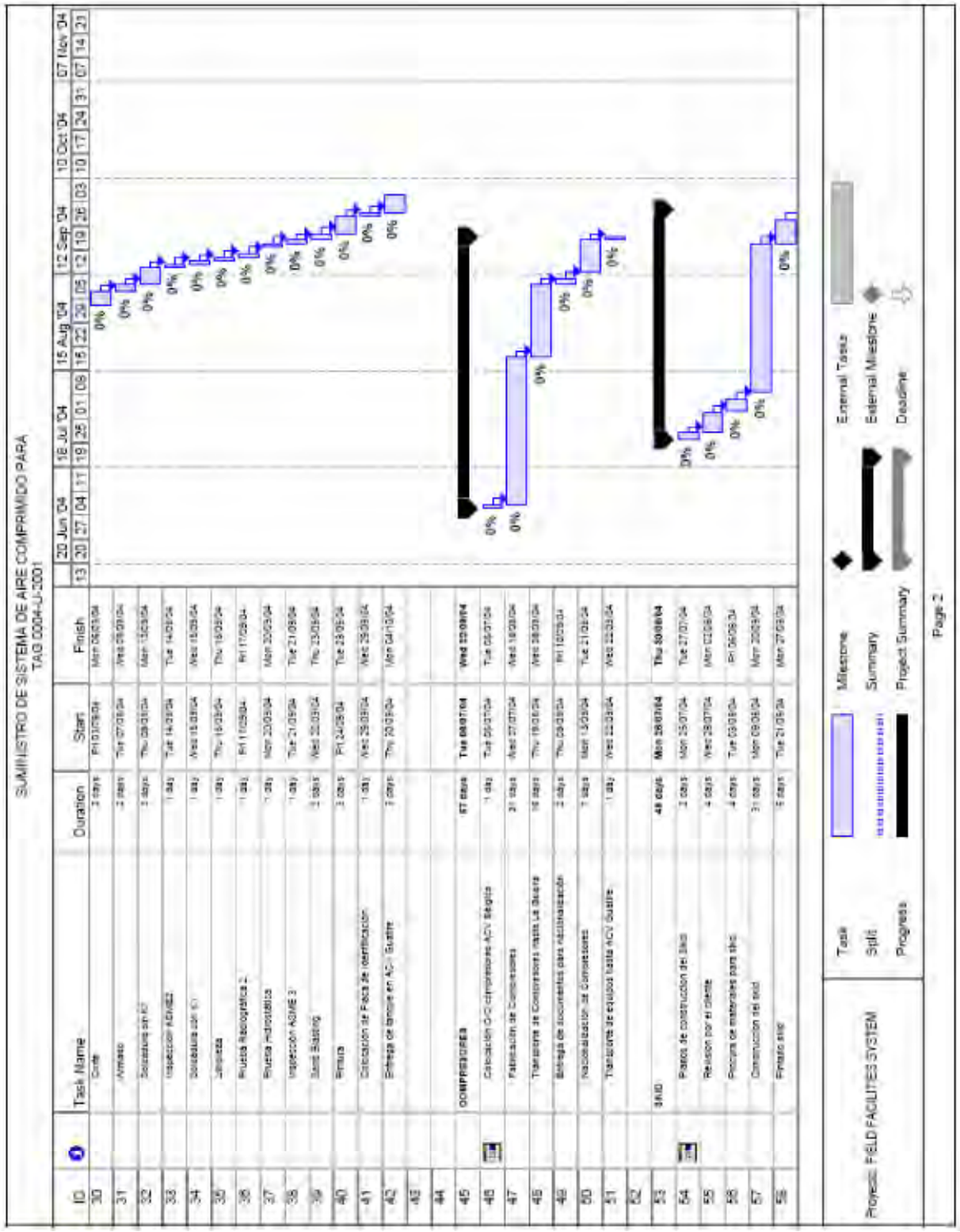


Figura N° 9.8. Cronograma de Actividades TAG #0004 (Pág. 2)

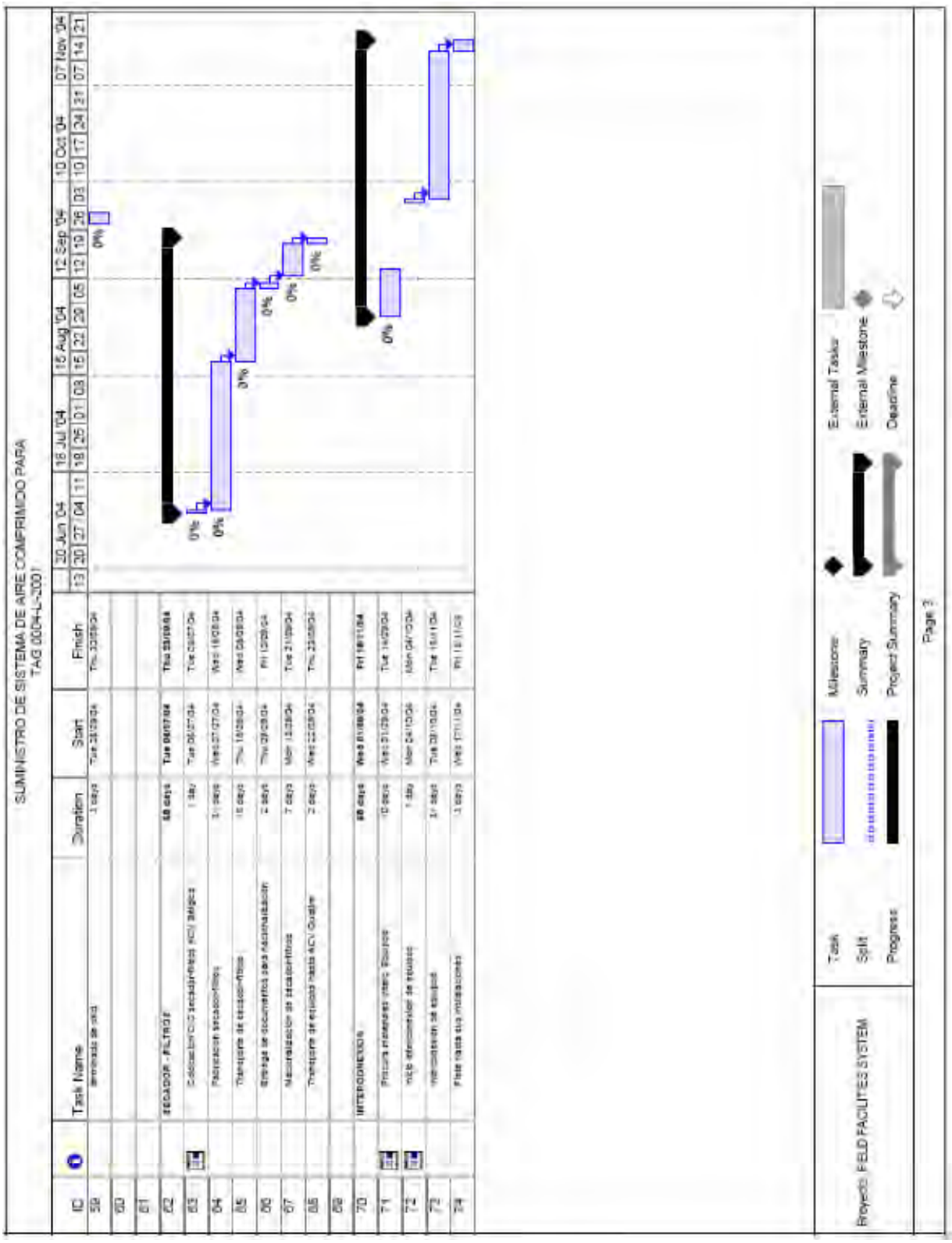


Figura N° 9.9. Cronograma de Actividades TAG #0004 (Pág. 3)

Planta Skid y General: Conocidos los equipos que formarían parte del paquete de aire: dos (2) Compresores GA 37, un (1) secador de aire FD 110, un (1) tanque de aire de 3.054 galones, dos (2) prefiltros de aire DD-120 y dos (2) postfiltros de aire PD-120, se buscó la mejor disposición que permitiría dimensionar la base (skid), basándose en las dimensiones de los equipos. En las figuras Nº 9.10 y Nº 9.11 podemos apreciar los planos dimensionales de dichos equipos.

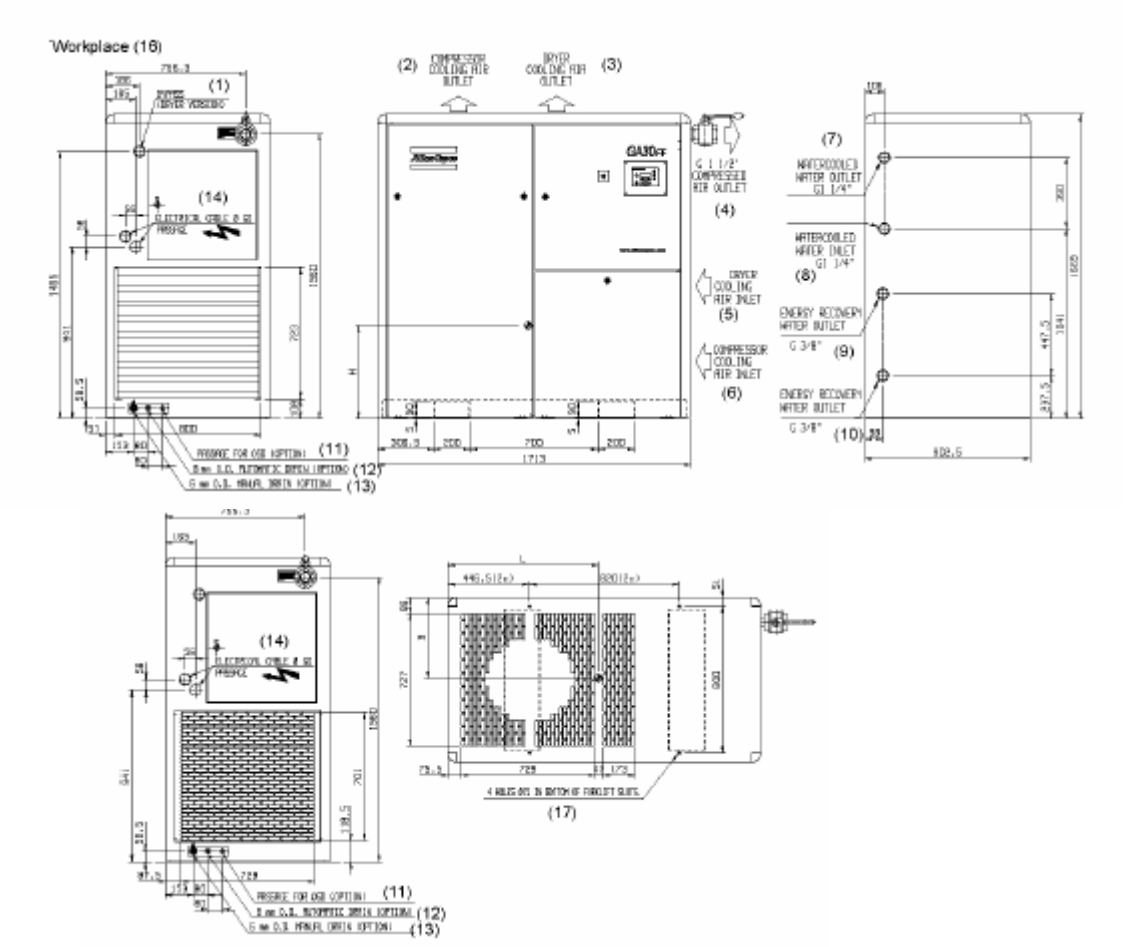


Figura N° 9.10. Plano dimensional Compresor GA 37

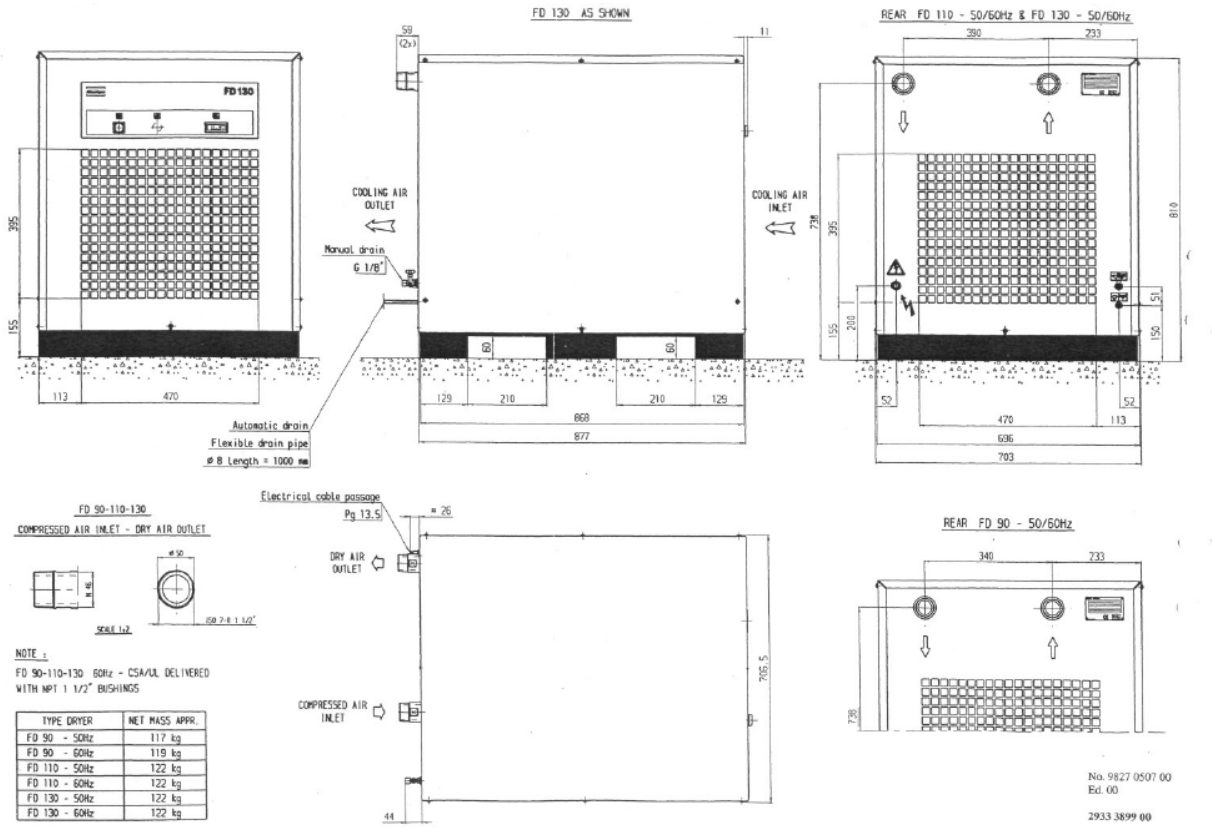

FD 130 AS SHOWN
REAR FD 110 - 50/60Hz & FD 130 - 50/60Hz
FD 130
COOLING AIR OUTLET
COOLING AIR INLET
Manual drain G 1/8"
Automatic drain
Flexible drain pipe
ø 8 Length = 1000 mm
FD 90-110-130
COMPRESSED AIR INLET - DRY AIR OUTLET
NOTE :
FD 90-110-130 60Hz - CSA/UL DELIVERED WITH NPT 1 1/2" BUSHINGS
TYPE DRYER | NET MASS APPR.
FD 90 - 50Hz | 117 kg
FD 90 - 60Hz | 119 kg
FD 110 - 50Hz | 122 kg
FD 110 - 60Hz | 122 kg
FD 130 - 50Hz | 122 kg
FD 130 - 60Hz | 122 kg
Electrical cable passage Pg 13.5
DRY AIR OUTLET
COMPRESSED AIR INLET
REAR FD 90 - 50/60Hz
No. 9827 0507 00
Ed. 00
2933 3899 00

Figura N° 9.11. Plano Dimensional Secadora FD 110

Una vez establecido como será la distribución sobre la base, y las dimensiones de la misma, el dibujante se encargó de elaborar el plano respectivo. Recordamos que debido a sus dimensiones, el recipiente no fue ubicado sobre la misma base o skid que el resto de los equipos, motivo por el cual no aparece en los planos de arreglo general.

En el anexo 7 se aprecia el plano: Planta Skid y General en su última emisión ya aprobado por el cliente para la construcción.

Elevaciones e Isometría General: Estos dos Planos son vistas generadas a partir del plano anterior y sus emisiones definitivas aprobadas por el cliente para su construcción son apreciadas en los anexos 8 y 9 respectivamente.

6º Elaboración de Plano de Tubería e Instrumentación ("Piping and Instrumentation Diagram, P&ID"):

De acuerdo a la simbología establecida por la ISA y las características específicas del proyecto, se elaboró este diagrama, especificando las características de los equipos incluidos en el paquete así como lo referente a la tubería y conexiones. En el anexo10 se presenta el Plano de Tubería e Instrumentación ("P&ID") del paquete elaborado con los equipos seleccionados en el paso 2 de este procedimiento.

7º Elaboración de Planos Eléctricos:

Cada equipo posee su propio plano eléctrico emitido por fábrica, en el cual se reflejan todas las características así como los opcionales posibles (anexo 11) Basándose en este plano se eliminaron aquellas opciones que no aplicaban en el equipo a instalar y se dejaron solo aquellas conexiones existentes, de esta manera se elaboró el diagrama Eléctrico en el formato a ser entregado al cliente, el cual puede ser apreciado en el anexo 12, en su última emisión ya aprobada por el cliente.

8º Procura de Materiales:

Con la ayuda de los planos de arreglo general, se realizó un conteo de material denominado Mecánico compuesto por tuberías, conexiones (tees, codos, reducciones) y válvulas principalmente, cuyo resultado está reflejado en el formato 5, mostrado en la figura Nº 9.12

De igual manera para el material denominado Eléctrico, (conexiones, tuberías de electricidad, cables, cajas), se realizó el correspondiente conteo el cual arrojó el resultado mostrado la figura Nº 9.13.

Basándonos en estas listas, se procede con la procura de este material, en cada uno de los respectivos proveedores.

Atlas Copco	LISTADO DE MATERIALES MECÁNICOS	PROYECTO No. MIP-014 PAGINAS: 1 DE 1

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE:
EQUIPO: **0004-U-2001**	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
2 Compresores GA 37, 1 Secador FD 110 **2 Prefiltros DD 120, 2 Postfiltros PD 120**	PROYECTO: **FIELD FACILITY SYSTEM**

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN:
1	2	Tubo 1 1/2" acero al carbono Sch 80, Galvanizado
2	19	Válvulas de bola acero inoxidable 1 1/2", Roscada
3	18	Codos 90 gr 1 1/2", 3000 libras, para roscar
4	16	Tee de 1 1/2", 3000 libras, acero al carbono, galvanizado, roscado
5	60	Niples 1 1/2"x2" Sch 80, Acero al carbono, Galvanizado,
6	25	Niples 1 1/2"x4" Sch 80, Acero al carbono, Galvanizado,
7	30	Uniones Universales 1 1/2", 3000 libras, acero al carbono, Galvanizado
8	2	Bridas 1 1/2", WN, 150#, RF
9	1	Tubbing de 5/16" acero inoxidable
10	1	Tubo 1" Sch 80, galvanizado
11	1	Brida 1", 150 #, RF, WN
12	1	Tubo 2" Sch 40
13	15	Abrazaderas tipo "U", con tuercas de 2"

ELABORADO POR: Samary Romero FECHA: 24-Nov-04

Figura N° 9.12. Listado de Materiales Mecánicos TAG # 0004

Atlas Copco	LISTADO DE MATERIALES ELECTRICOS	PROYECTO No. MIP 014 PAGINAS: 1 DE 1

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE:
EQUIPO: **TAG # 0004-U-2001**	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
2 Compresores GA 37, 1 Secadora FD 110 **2 Prefiltros DD 120, 2 Postfiltros PD 120**	PROYECTO: **FIELD FACILITY SYSTEM**

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN:
1	6	Niples galvanizados de 2"
2	8	Tuercas Conduit 2"
3	4	Condulet "LB" de 2"
4	3	Union Universal 2"
5	2	Tubo Conduit 2"
6	1	Condulet LL 2"
7	1	Condulet tipo "T" de 2"
8	1	Bushing 1"x2"
9	1	Condulet tipo "T" de 3"
10	2	Bushing 2"x3"
11	1	Condulet tipo "LB" de 3"
12	1	Condulet tipo "LL" de 3"
13	1	Tubo Conduit de 3"
14	2	Conectores rectos para flexibles de 3"
15	1	Riel perfil venca
16	10	Pares de abrazaderas morochas de 3" c/tornillo
17	10	Pares de abrazaderas morochas de 2" c/tornillo
18	10	Pares de abrazaderas morochas de 1" c/tornillo
19	1,5	Liquid Tight Flexible de 3" (importado)
20	2	Condulet "LB" de 1"
21	1	Condulet "LL" de 1"
22	2	Niples galvanizados de 1"
23	4	Tuercas Conduit de 1"
24	2	Condulet "LR" de 1"
25	3	Uniones Universales de 1"

ELABORADO POR: Samary Romero FECHA: 11-May-05

Figura N° 9.13. Lista de Materiales Eléctricos TAG # 0004

9º Elaboración de Placas de Identificación ("Nameplates") de Compresores y Secadora: Basándonos en el formato 7, y completando los datos allí especificados se procede a la elaboración de las placas de identificación. No fue posible fotografiar las placas realizadas a los equipos especificados en este proyecto, sin embargo a manera de ejemplo las figuras Nº 9.14 y N° 9.15 muestran las placa realizadas a los equipo perteneciente a otro de los proyectos realizados por Atlas Copco Venezuela.

AIR COMPRESSOR
Product type GA 110
Serial Number: AIF 089512
Max working pressure: 157 psig
Free air delivery: 612 scfm
Nominal Shaft power: 150 HP
Motor shaft speed: 1790 r/min
Gross weight: 5545 Lb
Year of construction: 2004
MADE BY ATLAS COPCO AIRPOWER
TAG # K-133002
Atlas Copco

Figura N° 9.14. Placa de Identificación del Compresor de Aire

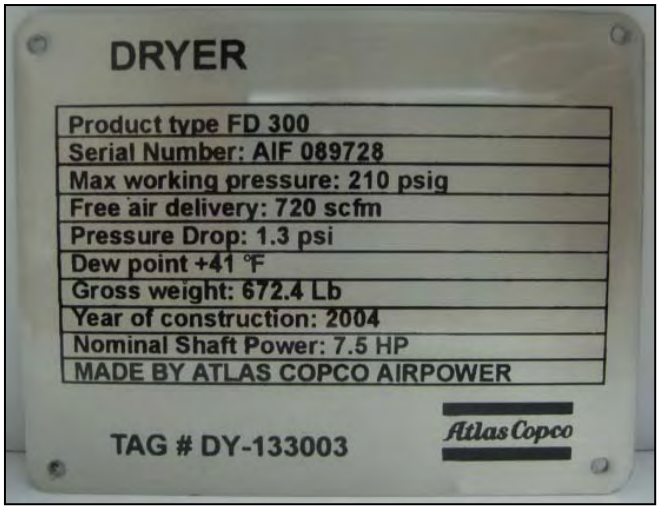


Figura N° 9.15. Placa de Identificación de la Secadora

10º Formato de Pruebas de Funcionamiento y Entrega de equipos en campo:

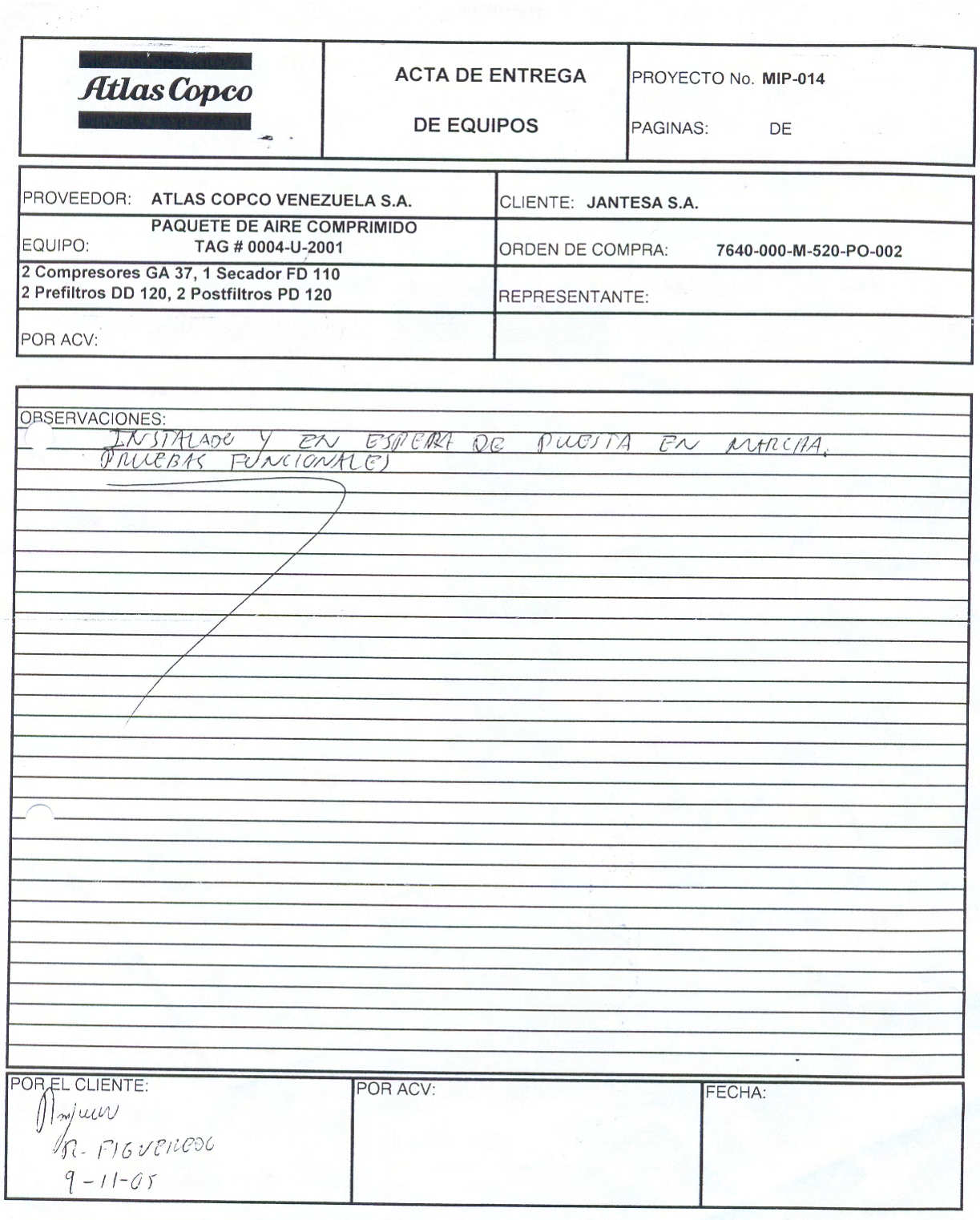
El paquete de aire comprimido fue entregado en sitio, sin embargo, por solicitud del cliente no pudo ser arrancado ni probado en sitio. Se postergó la realización de dichas pruebas y fue levantada el acta mostrada en la figura Nº 9.16.

11º Actividades Recomendadas de Mantenimiento Preventivo Programado:

El Plan de Mantenimiento Preventivo Recomendado por Atlas Copco, mostrado en la figura N° 9.17, se le suministra al cliente como parte de toda la información incluida en el Manual del Paquete de Aire Comprimido (“Data Book”)

12º Elaboración de Manual del Paquete de Aire Comprimido (“Data Book”):

Todos los documentos inherentes a los equipos que conforman el paquete de aire, son incluidos en este manual. En el anexo 13, se aprecia cual es el contenido del Manual del proyecto que se ha descrito en este capítulo.



Atlas Copco	ACTA DE ENTREGA DE EQUIPOS	PROYECTO No. MIP-014 PAGINAS: DE

PROVEEDOR: ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.	CLIENTE: JANTESA S.A.
EQUIPO: PAQUETE DE AIRE COMPRIMIDO TAG # 0004-U-2001	ORDEN DE COMPRA: 7640-000-M-520-PO-002
2 Compresores GA 37, 1 Secador FD 110 2 Prefiltros DD 120, 2 Postfiltros PD 120	REPRESENTANTE:
POR ACV:	

OBSERVACIONES:
INSTALADO Y EN ESPERA DE PUESTA EN MARCHA.
PRUEBAS FUNCIONALES

POR EL CLIENTE:	POR ACV:	FECHA:
Sr. Figueredo 9-11-05		

Figura N° 9.16. Acta de Entrega de Equipos TAG #0004

Atlas Copco Venezuela, S.A.
Una Compañía del Grupo Atlas Copco

Dpto. de Servicio

PLANES DE MANTENIMIENTO PARA LOS COMPRESORES MODELO "GA"

ACTIVIDADES A REALIZAR.	visita insp.	Plan "A" 2000hr	Plan "B" 4000hr	Plan "C" 8000hr	Plan "D" 24000hr
1. Registro de Parámetro Operacionales	☐	☐	☐	☐	☐
2. Overhaul del Elemento Compresor					☐
3. Overhaul de la Caja de Transmisión.					☐
4. Cambio del elemento de los Filtros de Aceite y Aire.		☐	☐	☐	☐
5. Cambio del Elemento del Separador de Aceite.			☐	☐	☐
6. Cambio de Aceite "Roto Inject Fluid".			☐	☐	☐
7. Cambio de Engranajes.				☐	☐
8. Mantenimiento de la Trampa de Condensado.				☐	☐
9. Mantenimiento de la Válvula de Admisión.				☐	☐
10.Mantenimiento de la Válvula de Mínima Presión.				☐	☐
11.Mantenimiento de la Vál. de Incomunicación				☐	☐
12.Mantenimiento de la Válvula Check.				☐	☐
13.Mantenimiento de la Válvula de Regulación.				☐	☐
14.Mantenimiento de la Válvula Termostática.				☐	☐
15.Chequeo de Fugas de Aire y Aceite.		☐	☐	☐	☐
16.Chequeo de todas la Uniones Roscadas y Anclaje.				☐	☐
17.Chequeo de Operación del Sistema de Regulación		☐	☐	☐	☐
18.Chequeo del Sistema Eléctrico (Tablero Eléctrico)	☐	☐	☐	☐	☐
19.Limpieza de la Trampa de Condensado		☐	☐	☐	☐
20.Limpieza química exterior de los Enfriadores		☐	☐	☐	☐
21.Limpieza química interior de los Enfriadores				☐	☐
22.Limpieza del Tubo de Barrido de Aceite.			☐	☐	☐
23.Limpieza de Equipo	☐	☐	☐	☐	☐
24.Engrasar el Motor Eléctrico			☐	☐	☐
25.Verificación de los Rodamientos SPM 2000	☐	☐	☐	☐	☐

Figura N° 9.17. Plan de Mantenimiento Preventivo para Compresores “G”

CONCLUSIONES

- El levantamiento de la metodología usada para la ejecución de ese tipo de proyectos de ensamblaje y elaboración de paquetes de aire comprimido, permitió la creación de una Guía que incluye los pasos necesarios para desarrollar el proyecto de forma organizada y metodologica.

- El desarrollo de una Guía para la fabricación y ensamblaje de paquetes de aire comprimido, donde se expresa de forma ordenada y por escrito las pasos básicos para el proyecto, permite eliminar las improvisaciones dentro del proyecto y la dependencia de una sola persona que maneje toda la información pertinente al mismo.

- Ajustarse a las normativas y fundamentos desarrollados por los Institutos correspondientes, ayuda a unificar criterios, lo que permite una mejor y más clara interpretación de la información que se maneja dentro del proyecto y por ende un ahorro del tiempo.

- La elaboración de formatos adecuados permitió mejorar el seguimiento, manejo y ubicación de la información perteneciente a cada proyecto, optimizando así los tiempos y procedimientos.

- Mediante la aplicación del criterio de Segregación de Líneas se pudo establecer que las tuberías utilizadas por Atlas Copco en la fabricación de sus paquetes de aire comprimido, no requieren de un análisis de flexibilidad.

- Siguiendo los lineamientos establecidos en las normas ISA de Instrumentación se logró establecer las características de un Diagrama de Tubería e Instrumentación e implementar su correcta elaboración aplicado a las especificaciones de cada proyecto.

RECOMENDACIONES

- Hacer uso de las herramientas y la metodología aquí expuesta de manera de mejorar los procedimientos de ejecución de los proyectos de este tipo.

- Desarrollar un parámetro de medición para cuantificar las mejoras que implican la implantación de la metodología presentada en la Guía para la Ejecución y Seguimiento del Proyecto de Ensamblaje de un Paquete de Aire Comprimido y los formatos expuestos en el presente trabajo.

- Establecer un método de cálculo de las perdidas que se producen en las tuberías instaladas desde la boquilla de salida de aire comprimido del compresor hasta la conexión de salida de aire comprimido de la base del paquete (“skid”)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abuchaibe, A., y Rodríguez, E., "Manual sobre Aire Comprimido y su Aplicación en la Industria". Departamento de Comunicaciones de Atlas Copco Venezuela, S.A. Caracas, Venezuela.

Goncalves, R., (2004). "Análisis de Esfuerzos en Sistemas de Tuberías"

Hesse, S., (2002). "Aire Comprimido Fuente de Energía, Preparación y Distribución". Festo AG & Co. Esslingen.

http://globalbusinessportal.atlascopco.be/public/home.nsf

Robertson, R., (1998). "Compressed Air Manual, 6th Edition". Atlas Copco Compresor AB, Nacka, Sweden.

ANEXOS

ANEXO 1. Diagrama de Tubería e Instrumentación Comentado

ANEXO 2. Formato 9: Protocolo de Pruebas

ANEXO 3. Hoja de Datos (“Data Sheet”) del Cliente

ANEXO 4. Catálogo de Compresores Atlas Copco GA 30-55C

ANEXO 5. Catálogo de Secadores de Aire por Refrigeración Atlas Copco FD

ANEXO 6. Catálogo de Filtros de Aire Atlas Copco

ANEXO 7. Plano Planta Skid y General TAG # 0004

ANEXO 8. Plano Elevaciones TAG #0004

ANEXO 9. Plano Isometría General TAG # 0004

ANEXO 10. Diagrama de Tubería e Instrumentación TAG # 0004

ANEXO 11. Plano Eléctrico Original del Compresor

ANEXO 12. Plano Eléctrico del Compresor TAG # 0004

ANEXO 13. Contenido del Manual del Paquete de Aire Comprimido TAG # 0004

ANEXO 1. Diagrama de Tubería e Instrumentación Comentado

WHAT SYMBOL IS THIS? CLARIFY IN LEGEND

PIPING ø 2", CARBON STEEL, SCH 80

PLANT AIR OUTLET

USE ISA SYMBOLOGY TO INDICATE HOW THESE SOLENOIDS ARE OPERATED

Indicate T in accordance w/ mechanical Symbol.

CONECTION TO AIR OUTLET ø 2" WN, RF, # 150

INSTRUMENT AIR OUTLET

STAINLESS STEEL TUBING ø 1/4"

TUBING DE ACERO INOXIDABLE ø 1/4"

WHAT DOES THIS DEVICE DO? SHOW ISA CORRECT SYMBOL FOR A REGULATOR

CHECK SYMBOL IN LEGEND

SHOW WHERE THIS IS CONNECTED

FILTERS MODEL DD-175
TAG#: 0003-F-2001

DRYER MODEL CD-170
TAG#: 0003-D-2001

FILTERS MODEL PD-175
TAG#: 0003-F-2002
ΔPMAX PDI: 0.7 BAR

Electrical Signal.

CLARIFY. IS THIS ELECTRICAL OR MECHANICAL

Remote Shutdown.

Shutdown Alarm.

Common Trouble.

STANDARDIZE SIZE OF INSTRUMENT SYMBOLS (NOTE: SIZE OF TCV, PIS, TIS, ETC, IS CORRECT).

LOCAL PLC FUNCTION SPECIAL FUNCTIONS SUCH AS SHUTDOWN SHALL BY EXPLAINED IN NOTES

THIS IS A P&ID

- INSTRUMENTATION MUST BE SHOWN ACCORDING TO ISA-S5.1
- CNPC WILL ASSIGN TAG NUMBERS
- THOSE SIGNALS SENT TO SCADA VIA MODBUS COMMUNICATIONS SHALL BE SHOWN ON THIS P&ID WITH THE CORRESPONDING SYMBOLS

(NOTE 2)

IF PRESSURE INDICATOR IS PI
IF TEMPERATURE INDICATOR IS TI

CLARIFY IF THIS IS A PRESSURE GAUGE OR A SWITCH

TYPICAL REPRESENTATION OF INSTRUMENTATION

NOTE: THIS SYMBOL IS SHOWN ONLY IF SIGNAL IS SENT TO SCADA BY MODBUS.

COMPRESSOR MODEL GA-75
TAG#: 0003-K-2001A

COMPRESSOR MODEL GA-75
TAG#: 0003-K-2001B

AIR COMPRESSOR PACKAGE
TAG#: 0003-U-2001

PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM (AC015-34) S/E

OTEPI CONSULTORES S.A.

Comment Status Code

Status Code:	By:	Dept:	Date:
B	JC	Mech	26 oct 05

A. No comment. Work may proceed. Do not resubmit.
B. Comments as noted. Revise and resubmit. Work may proceed, subject to compliance and incorporation of comments and notation.
C. Rejected, revise and resubmit. Release to manufacture must be given in writing by OTEPI.
D. Reference Specification may proceed. Do not resubmit.

IMPORTANT: This document reserved by Otepi do not relieve vendor responsibility of compliance with all the requirements and guarantees, including all the applicable material properties, standards and job specifications. Any deviation taken or it will assume the total final responsibility of their consequences.

INDICATORS

NO	NORMALLY OPEN
NC	NORMALLY CLOSED
PS	PISTON SELECTOR
SOV	SOLENOID VALVE
PIS	PRESSURE INDICATOR SENSOR
TIS	TEMPERATURE INDICATOR SENSOR
PIR	PRESSURE INDICATOR / REGULATOR
LI	LEVEL INDICATOR
TCV	THERMOSTATIC VALVE

ISA. S = SWITCH R = RECORDER

See Before Revision

THIS IS NOT ACCORDING TO

LEGEND

	AIR LINE
	OIL LINE
	DRAIN
	MECHANICAL LINK
	ELECTRIC POWER
	ELECTRIC SIGNAL
	COMMUNICATION ~~ELECTRICAL~~ LINK
	BATTERY LIMIT
	REFRIGERANT

WHAT IS THE DIFFERENCE BETWEEN THESE TWO SYMBOLS?

	BALL VALVE
	SOLENOID VALVE
	AIR FILTER
	RESTRICTION
	SCREW COMPRESSOR
	NON-RETURN VALVE
	SECURITY VALVE
	VALVE MANUALLY OPERATED
	CONDENSATE COLLECTOR AND DIVERTER
	FLOW DIRECTION
	SILENCER
	COOLER WITH CROSSED FLOW LINES
	FILTER
	BY-PASS
M	ELECTRICAL MOTOR

	WATER SEPARATOR
	OIL SEPARATOR
	ELEKTRONIKON CONTROL LOGIC
	VENTILATOR
	CLOSED RESERVOIR
	BLOW OFF VALVE
	SOLENOID VALVE
	MINIMUN PRESSURE VALVE
	DISCHARGE VALVE

	IN LINE AIR FILTER
	OIL FILTER
	OIL SEPARATOR VESSEL
TCV	THERMOSTATIC VALVE
	BELT
	OIL STOP VALVE
	CUSTUMER'S SHUTDOWN SYSTEM
	CUSTOMER'S SCADA SYSTEM

FIELD MOUNTED INSTRUMENT → NO! A FIELD MOUNTED INSTRUMENT IS: ◯

LOCAL PANEL MOUNTED INSTRUMENT ✓ OK

LOCAL PLC FUNCTION (CONTROL, INDICATION, ALARM, INTERLOCK, ETC.)

NOTAS:
1.- ALL INSTRUMENTS ARE PREFIXED WITH 0003-
2.- RS485 MODBUS COMMUNICATION TO CUSTOMER'S SCADA SYSTEM.
3.- OFFICIAL LANGUAGE IS ENGLISH, ALL COMMENTS, NOTES AND DATA SHALL BE IN ENGLISH.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO
REV.	DATE	DESCRIPTION	REVISED	APPROVED
B	01/05	INCORPORACION COMENTARIOS CLIENTE		
A	11/04	EMISION ORIGINAL		

Atlas Copco

CLIENT: CNPC SERVICES VENEZUELA
PURCHASER: CNPC SERVICES VENEZUELA
PROJECT: SINOVENSA DD PROJECT
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
DOCUMENT REVISION NUMBER:
REVISO: ING. RAUL GALINDO
SERVICE: INSTRUMENT AND AIR PLANT
ARCHIVO:
P.O. # PA-2216-044
TAG # 0003-U-2001
CONTENIDO: DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION
PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM

FECHA	ESCALA	PLANO N°	REV.
NOV. 2004	S/E	DD-020-21-2214-VATC-004	1

ANEXO 2. Formato 9: Protocolo de Pruebas.

Atlas Copco	PROTOCOLO DE PRUEBAS	PROYECTO No. **MIP 014** PAGINAS: **1** DE **4**

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE: **JANTESA**
EQUIPO: 2 compresores de tornillo GA 37-150, 1 secador por	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
refrigeración FD 110, 2 prefiltros DD 120, 2 postfiltros PD 120	REPRESENTANTE:
POR ACV:	Doc **TAG 0004-U-2001**/ FF-050-12-2218-V834

LIBERACION DADA COMO:	DEFINITIVA:		PARCIAL:		CONDICIONAL:	

ANTES DEL ARRANQUE:
1.- Verificar la temperatura del ambiente esté entre 0° y 50°C
2.- Verifique en la mirilla de nivel de aceite que el mismo se encuentra entre 1/4 y 3/4 de esta mirilla
ARRANQUE
3.- Conecte el voltaje. Compruebe que se enciende el LED del voltaje conectado
4.- Abra la válvula de salida del aire
FUNCIONAMIENTO AUTOMÁTICO
5.- Pulse el botón de arranque del compresor A y parelo inmediatamente para verificar el sentido de giro del motor electrico. Este debe girar en el sentido de las agujas del reloj visto desde la cara posterior del motor.
6.- Verifique que el ventilador del postenfriador gira en el sentido correcto, esto es soplando hacia el techo del compresor
7.- Pulse el botón de arranque del compresor B y parelo inmediatamente para verificar el sentido de giro del motor electrico. Este debe girar en el sentido de las agujas del reloj visto desde la cara posterior del motor.
8.- Verifique que el ventilador del postenfriador gira en el sentido correcto, esto es soplando hacia el techo del compresor
9.- Pulse el botón de arranque del compresor A y compruebe que el compresor se pone en marcha y se enciende el LED correspondiente
10.- Verifique en el display del compresor A, el estado del compresor. Normalmente se muestra la presion de descarga del compresor, el status y las abreviaciones de las funciones (F1,F2,F3 keys)
11.- En estos momentos el compresor A funciona en forma automatica, el compresor cargará hasta el set point de carga luego descargará hasta el set point de descarga, estos valores podran ser modificados de acuerdo a los requerimienrtos del cliente hasta sus valores acordados.
12.- Luego de verificar el sistema carga-descarga, se procedera a cerrar lentamente la valvula de descarga a fin de que el compresor A entre en descarga por un tiempo de aprox 20 segundos, luego de transcurrido este tiempo el compresor debera apagarse por si solo.
13.- Despues de que esté el compresor A apagado se creará una demanda en la linea abriendo la valvula de descarga del tanque, el compresor debera encenderse de nuevo.
ALL Document IN English

EL INSPECTOR:	POR ACV:	FECHA:
		See Final Page For Status →

Atlas Copco	PROTOCOLO DE PRUEBAS	PROYECTO No. **MIP 014** PAGINAS: **2** DE **4**

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE: **JANTESA**
EQUIPO: 2 compresores de tornillo GA 37-150, 1 secador por	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
refrigeración FD 110, 2 prefiltros DD 120, 2 postfiltros PD 120	REPRESENTANTE:
POR ACV:	**TAG 0004-U-2001**

LIBERACION DADA COMO:	DEFINITIVA:		PARCIAL:		CONDICIONAL:

14.- Apague el compresor A presionando el boton de paro (o), el compresor entrará en descarga y se parará
15.- Pulse el botón de arranque del compresor B y compruebe que el compresor se pone en marcha y se enciende el LED correspondiente
16.- Verifique en el display del compresor B, el estado del compresor. Normalmente se muestra la presion de descarga del compresor, el status y las abreviaciones de las funciones (F1,F2,F3 keys)
17.- En estos momentos el compresor B funciona en forma automatica, el compresor cargará hasta el set point de carga luego descargará hasta el set point de descarga, estos valores podran ser modificados de acuerdo a los requerimienrtos del cliente hasta sus valores acordados.
18.- Luego de verificar el sistema carga-descarga, se procedera a cerrar lentamente la valvula de descarga a fin de que el compresor B entre en descarga por un tiempo de aprox 20 segundos, luego de transcurrido este tiempo el compresor debera apagarse por si solo.
19.- Despues de que esté el compresor B apagado se creará una demanda en la linea abriendo la valvula de descarga del tanque, el compresor debera encenderse de nuevo.
20.- Apague el compresor B presionando el boton de paro (o), el compresor entrará en descarga y se parará
FUNCIONAMIENTO MANUAL
21.- Pulse el botón de arranque del compresor A y compruebe que el compresor se pone en marcha y se enciende el LED correspondiente
22.- Verifique en el display del compresor A, el estado del compresor. Normalmente se muestra la presion de descarga del compresor, el status y las abreviaciones de las funciones (F1,F2,F3 keys)
23.- Pulse la teclà F3 (Desc) para activar la descarga manual (se apagará el LED que indica la función automático) y compruebe que el compresor seguirá en descarga hasta que se active la función "Carga" manualmente (tecla F3)
24.- Pulse el botón de arranque del compresor B y compruebe que el compresor se pone en marcha y se enciende el LED correspondiente
25.- Verifique en el display del compresor B, el estado del compresor. Normalmente se muestra la presion de descarga del compresor, el status y las abreviaciones de las funciones (F1,F2,F3 keys)

EL INSPECTOR:	POR ACV:	FECHA:

Atlas Copco	PROTOCOLO DE PRUEBAS	PROYECTO No. **MIP 014** PAGINAS: **3** DE **4**

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE: **JANTESA**
EQUIPO: 2 compresores de tornillo GA 37-150, 1 secador por	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
refrigeración FD 110, 2 prefiltros DD 120, 2 postfiltros PD 120	REPRESENTANTE:
POR ACV:	**TAG 0004-U-2001**

LIBERACION DADA COMO:	DEFINITIVA:		PARCIAL:		CONDICIONAL:

26.- Pulse la tecla F3 (Desc) para activar la descarga manual (se apagará el LED que indica la función automático) y compruebe que el compresor seguirá en descarga hasta que se active la función "Carga" manualmente (tecla F3)

CONTROLADOR DE COMPRESORES MULTIPLES (MCC)

Esta es una funcion que permite secuenciar los compresores con el objeto de mantener la presion neta entre una banda de presion y tambien, igualar las horas de carga de los compresores que estan en red

27.- Apriete la tecla "principal"y luego "menu", en el menu "mod parametros" desplazarse hasta el parametro MCC

28.- seguidamente pulsando la tecla de flecha horizontal → hasta encontrar el "numero de compresores"que estaran integrados a la red

29.- ingrese el numero de compresoresque estaran en red

30.- Una vez funcionando el control MCC, aparecera en el compresor lider una pantalla donde se indicaran los compresores en red y el simbolo (--), este simbolo indica que los compresores estan detenidos

31.- Apriete la "flecha hacia abajo" del panel de control y vera una pantalla que indica"ready for start" esto indica que el MCC está listo para arrancar.

32.- pulse la tecla "strt" para arrancar el sistema de regulacion.

33.- Despues de apretar la tecla Strt, la regulacion MCC arrancara, carga, descarga y paralos compresores requeridos para mantener la presion de la red entre la banda de presion programada teniendo en cuenta los parametros de MCC programados.

34.- Durante el funcionamiento, en el compresor lider aparecerá la siguiente simbologia:

(O/O) en forma vertical	El compresor relacionado está funcionando en carga
(/O) en forma vertical	El compresor relacionado está funcionando en descarga
(--/--) en forma vertical	El compresor relacionado está parado
(*/*) en forma vertical	El compresor relacionado esta parado por una proteccion
(!/!) en forma vertical	El compresor relacionado no reacciona a los comandos del compresor lider .
(?/?) en forma vertical	No hay comunicacion entre el compresor lider y el esclavo
(X/X) en forma vertical	El compresor relacionado no es reconocido

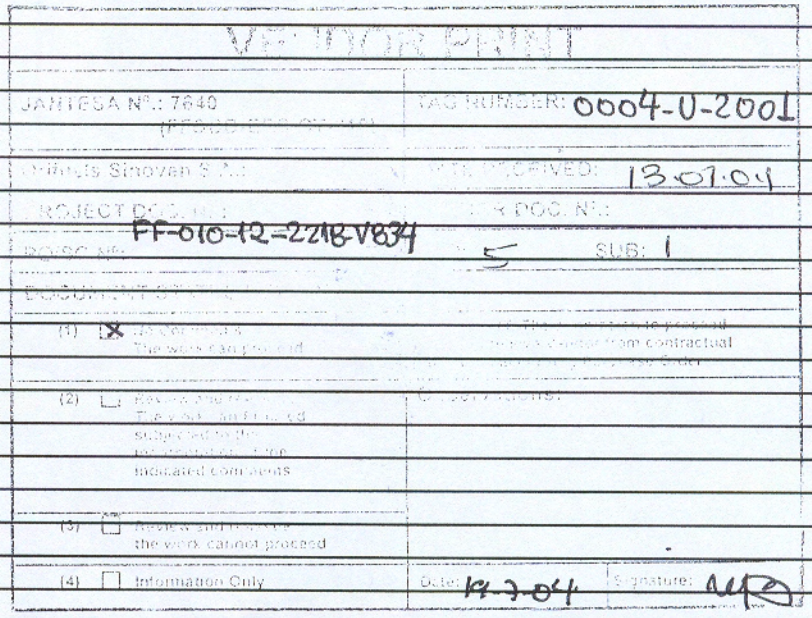
EL INSPECTOR:	POR ACV:	FECHA:

Atlas Copco	PROTOCOLO DE PRUEBAS	PROYECTO No. **MIP 014** PAGINAS: **4** DE **4**

PROVEEDOR: **ATLAS COPCO VENEZUELA S.A.**	CLIENTE: **JANTESA**
EQUIPO: 2 compresores de tornillo GA 37-150, 1 secador por	ORDEN DE COMPRA: **7640-000-M-520-PO-002**
refrigeración FD 110, 2 prefiltros DD 120, 2 postfiltros PD 120	REPRESENTANTE:
POR ACV:	**TAG 0004-U-2001**

LIBERACION DADA COMO:	DEFINITIVA:		PARCIAL:		CONDICIONAL:		

35.- Pulse la "flecha hacia abajo" y vera una pantalla donde se indica:
`la presion de la red
CC regulating: el regulador maestro esta regulando los compresores conectados a la red
La tecla "Stop" puede ser usada para detener todos los compresores
La tecla "Loc" puede ser usada para cambiar los compresores a control local



EL INSPECTOR:	POR ACV:	FECHA:

ANEXO 3. Hoja de Datos (“Data Sheet”) del Cliente

DILUENTS STORAGE AND DISTRIBUTION SYSTEM

DATA SHEET

INSTRUMENT / UTILITIES AIR PACKAGE

TAG 0004-U-2001

1		12	AS BUILT	SR	RG	RG
0		12	IFP (ISSUED FOR PURCHASE)	V.B./G.C	C.B./M.G.	P.P.
REV.	DATE	PAGES	DESCRIPTION	PREP'D	CHK'D	APP'D

ALL RIGHTS RESERVED

Electronic file:	FF-010-13-2212-S009-0.Doc
Work Package	CEMI130

CLIENT: _____ **EQUIPMENT Nº:** 0004-U-2001

PROJECT TITLE: FIELD FACILITY SYSTEM PROJECT **SERVICE:** INSTRUMENT AIR **UNIT:** 130

PROJECT LOCATION: ____ **P.O. Nº:** _____

Data Provided By: ○ **Buyer** □ **Seller With Proposal** ♦ **Seller After Order** ■

OPERATING CONDITIONS (COMPRESSOR-0004-K- 20001 A/B)

(ALL DATA ON PER UNIT BASIS)	NORMAL (Min/Max)	RATEDA/B
● GAS HANDLED	**AIR**	
● FLOW (SCFM) at 14.7 Psia & 60 ºF)	**200**	
○ WEIGHT FLOW, (lb/h) (WET) (DRY)		
INLET CONDITIONS:		
● PRESSURE, (Psia) (Prefilter inlet)		**Atmospheric**
● TEMPERATURE, (ºF) (Min-Max)	**72-90**	
● RELATIVE HUMIDITY, (%)	**82-100**	
○ MOLECULAR WEIGHT, (M)		
○ Cp/Cv (K1) or (K avg)		**1.4**
DISCHARGE CONDITIONS:		
● PRESSURE,(Psia))(At comp disch)	**164.7**	
● TEMPERATURE, (ºF	**100**	
○ RELATIVE HUMIDITY, (%)		
● MOLECULAR WEIGHT, (M)	**29**	
□ Cp/Cv (K1) or (K avg)		
□ MIN ΔP BETWEEN STAGES, (Psia)		
□ SPEED, (RPM)		
□ PRESSURE RATIO, (R)		
□ VOLUMETRIC EFFICIENCY (%)		
□ SILENCER ΔP		
○ _____		
□ PERFORMANCE CURVE Nº		

LOCATION:

○ I NDOOR ● OUTDOOR ○ GRADE ○ MEZZANINE

○ HEATED ○ UNHEATED ○ UNDER ROOF ○ PARTIAL SIDES

● DUST ○ FUMES ○ WINTERIZATION REQ'D

● TROPICALIZATION REQ'D

SITE CONDITIONS:

● ELEVATION **230** Ft ● BAROMETER 1 (Psia)

○ RANGE OF AMBIENT TEMPERATURES:

	DRY BULB	RELATIVE HUMIDITY
SITE RATED	_____	_____ %
NORM	82.4	82 %
MAX	100	100 %
MIN	72	82 %

○ AREA CLASS _____ DIV _____ GROUP _____

● NON HAZARDOUS○ GAS IGNITION TEMP _____ °C

○ OTHER____UNCLASSIFIED AREA

REMARKS _____

Manufacturer shall guarantee 100 Psig at outlet skid after Receiver .

PROCESS CONTROL

METHOD:	○ BYPASS FROM _____ TO _____ ○ BYPASS ○ MANUAL ○ AUTO ○ SPEED VARIATION FROM _____ TO _____ ○ OTHER
SIGNAL:	○ SOURCE _____ ○ TYPE _____ ○ RANGE: FOR PNEUMATIC CONTROL _____ RPM @ ____ (PSIA) & _____RPM @_____ (PSIA)_____ ○ OTHER:
SERVICE:	○ CONTINUOUS ● INTERMITTENT ○ STANDBY

REMARK

- Utility and instrument air shall be supplied by two electric motor driven air compressors. The air compressors will be **Oil flooded rotary screw** type. A dry cartridge intake filter should be provided for the compressor in accordance with the manufacturer's recommendations.
- Filters should be located so they are readily accessible for maintenance.
- Electric Power |nstrument 24 VDC / Heater 120 V 1 Phase 60 Hz / Aux Motor 480 V 3 Phase 60 Hz.
- Accessories to be furnished : Inlet Filter/Silencer (< 5 microm, 1 ½ compressor flow), Aftercooler, Receiver and accessories (w ladder and auto drain trap\), Baseplate, blow off and silencer instrumentation and control panel, **(Nema 3R (as minimum)** w l controller , Lube oil cooler, Oil separator < 1 ppm .
- Instrument Air quality according to ISA 57.001 section 5.
- Vendor shall supply YV2018 / PCV 2006 (Control valve) shown on PID **FF-010-13-2116-D-004**. and all instrumentation

0

GAS ANALISIS MOL %	M.W	NORMAL	RATED	OTHER CONDITIONS A	B	C	D	REMARKS
AIR								
OXYGEN								
NITROGEN								
WATER VAPOR								
CARBON MONOXIDE								
CARBON DIOXIDE								
HYDROGEN SULFIDE								
HYDROGEN								
METHANE								
ETETHYLENE								
ETHANE								
PROPYLENE								
PROPANE								
I-BUTANE								
n BUTANE								
i-PENTANE								
n-PENTANE								
HEXANE PLUS								
TOTAL								
AVG MOL.WT.								

NOISE SPECIFICATION
❍ APLICABLE TO MACHINE
SEE SPECIFICATION
APPLICABLE TO NEIGHBORHOOD
SEE SPECIFICATION
ACCOUSTIC HOUSING ●YES ❍ NO
SOUND LEVEL 85 db a 1m PM _____
db RE: 0.0002 MICROBAR
APPLICABLE SPECIFICATION
API 619 POSITIVE DISPLACEMENT ROTARY COMPRESSORS

PAINTING:
● MANUFACTURER´a STD. _____
❍ OTHER _____

SHIPMENT:
● DOMESTIC ❍ EXPORT ❍EXPORT BOXING
❍ LONG TERM STORAGE FOR _____MONTHS
● **Outdoor Storage Over Six Moths**

❑ SPEEDS
MAX CONT _____RPM _____TRI`P _____ RPM
MAX TIP SPEEDS: _____Ft/s a RATED SPEED
_____ Ft/s a MAX.CONT SPEED

❑ LATERAL CRITICAL SPEEDS:
FIRST CRITICAL _____RPM
DAMPED _____ UNDAMPED _____
MODE SHAPE _____
LATERAL CRITICAL SPEED-BASIC
❑ DAMPED UNBALANCE RESPONSE ANALISIS
❑ SHOPT TEST
❑ OTHER TYPE ANALYSIS : _____

❑ **SHAFT**:
MATERIAL _____.
DIA a ROTORS (Inc) _____DIA a _____COUPLING (Inc=
SHAFT END ❑ TAPERED ❑ CYLINDRICAL

❑ **SHAFT SLEEVES**:
❍ AT SHAFT SEALS _____❑ MATL _____

❑ **TIMING GEAR**:
SIZE (IN) _____TYPE _____
MATERIAL _____
SHAFT SEALS: _____

❑ **TORSIONAL CRITICAL SPEEDS**:
FIRST CRITICAL _____RPM
SECOND CRITICAL _____ RPM
THIRD CRITICAL _____ RPM
❑ VIBRATION
ALLOWABLE LEVEL _____ TEST
(PEAK TO PEAK) _____ SITE

❑ **ROTATION, VIEWED FROM DRIVEN END**;
❑ CASING:
MODEL
CASIG SPLIT
MATERIAL
OPERATION: ❑ DRY ❑ FLOODED, WITH _____LIQUID
THICKNESS (in) _____ CORR. ALLOW (IN) _____
MAX WORK PRESS _____(Psia)
RELIEF VALVE SETTING _____ (Psia)
MARGIN FOR ACCUMULATION _____ (Psia)
TEST PRESS (Psia) HELIUM _____ HYDRO ___
MAX ALLOW TEMP. _____ºC MIN OPER. TEMP.____ ºC
MAX. CASING CAPACITY (INLET m^3/h) _____
RADIOGRAPH QUALITY ❍ YES _____❍ NO _____

❑ **ROTOR**S
DIAMETER _____ (Inc)
Nº LOBES : MALE _____ FEMALE _____
TYPE: _____
TYPE: FABRICATION _____
MATERIAL **Forg Steel**
MAX YIELD STRENGTH _____ (Psi)
BRINELL HARDNESS MAX MIN
ROTOR LENGTH TO DIAMETER RATIO (L/D) _____
ROTOR CLEARANCE (Inc) _____
MAX. DEFLECTION _____ (Inc)
MAX.MACHINE MACH Nº a LOBES _____
INTERNALLY COOLED _____UNCOOLED _____

❑ TYPE
❍ SEAL SYSTEM TYPE
❑ INNER OIL LEAKAGE GUAR. (L-DAY-SEAL) _____
❍ TYPE BUFFER GAS _____
❑ BEFFER GAS FLOW (PER SEAL). _____
NORMAL: kg/MIN Psia
MAX : kg/MIN Psia
❑ **BEARING HOUSING CONSTRUCTION**:
TYPE (SEPARATE),INTEGRAL _____ SPLIT _____
MATERIAL:_____
❑ **RADIAL BEARING**:
TYPE _____ SPAN (Inc) _____
AREA (IN^2) _____ LOAD _____ PSIA ACT ___ALLOW _____
CENTER PIVOT _____OFFSET PIVOT _____
% OFFSET FROM LEADING EDGE _____
Nº PADS ___ ROTOR ON ___ OR BETWEEN ___PADS .
PAD MATERIAL _____
TYPE BABBITT _____ THICKNESS _____(Inc)

❑ **THRUST BEARING**
LOCATION _____TYPE _____
MFR _____ AREA (m^2) _____
LOADING ((Psia) _____ ACT_____ ALLOW
GAS LOADING(Psia) _____ CPLG SLIP LOAD (PSIA) _____
CPLG COEFF F RICT ____CPLG GERA PITCH DIA __ (in)
BAL PISTON COMPENSATING LOAD _____Psia
CENTER PIVOT _____OFFSET PIVOT _____
% OFFSET FROM LEADING EDGE _____
NEMBER OF PAD _____
PAD MATERIAL _____
TYPE BABBITT _____THICKNESS _____(iN)

❑ **MAIN CONNECTIONS**

	SIZE	ANSI RATING	FACING	POSITION
INLET				
DISCHARGE				

❑ **ALLOWABLE PIPING FORCES AND MOMENTS**:

	FORCE Lbs	MOMENT Lb-Ftt	FORCE Lbs	MOMENT Lb-Ftt	FORCE Lbs	MOMENT Lb-Ftt
AXIAL						
VERTICAL						
HORIZ 90 º						
HORIZ 90						
AXIAL						
VERTICAL						

❑ **OTHER CONNECTIONS**

SERVICE:	Nº	SIZE	TYPE
LUBE OIL INLET			
LUBE OIL OUTLET			
SEAL OIL INLET			
SEAT OIL OUTLET			
CASING DRAIN			
VENTS			
COOLING WATER			
PRESSURE			
TEMPERATURE			
PURGE FOR			
BRG HOUSING			
BETWEEN BRG SEAL			
BETWEEN SEAL GAS			

BASEPLATE &SOLEPLATES
SOLE PLATES FOR ❍ COMPRESSOR ❍GEAR ❍ DRIVER
BASEPLATE:
❍ COINCON)UNDER COMP.GEAR &DRIVER)
❍ UNDER COMP. ONLY ❍ OTHER _____
❍ DECKED WITH NON-SKID DECK PLATE ❍ OPEN CONSTR
● DRIP RIM ● WITH OPEN DRAIN
❍ HORIZONTAL ADJUSTING SCREWS FOR EQUIPMENT
❍ SUITABLE FOR POINT SUPPORT
❍ SUITABLE FOR PERIMETER SUPPORT

REMARKS._____

VIBRATION DETECTORS

○ IN ACCORDANCE WITH API 676 ____API678 _____
OTHER (SPECIFY) _____
❍ TYPE _____. ____ ❑ MODEL .. _____
❍ MFR _____
❍ Nº AT EACH SHAFT BEARING ____TOTAL Nº ____
❍ OSCILLATOR DETECTORS SUPPLIED BY _____
❍ MFR _____MODELO _____
❍ MONITOR SUPPLIED BY _____
❍ LOCATION _____ENCLOSURE _____
❍ MFR _____ ❑ MODEL _____
❍ SCALE RANGE _____ALARM ❑SET A ___μm
❑SHUTDOWN: ❑ SET A ___μm TIME DELAY_____

AXIAL POSITION DETECTOR:

❍ IN ACCORDANCE WITH . API 670
OTHER (SPECIFY) _____
❍ TYPE _____ ❑ MODEL _____

❍ MFR _____ ❑ Nº REQºD _____
❍ OSCILLATOR-DETECTORS SUPPLIED BY _____
❍ MFR _____ ❑ MODEL _____
❍ MONITOR SUPPLIED BY _____
❍ LOCATION _____ENCLOSURE _____
❍ MFR _____ ❑ MODEL _____
❑ SCALE RANGE_____ALARM ❑SET A ____μm
❑SHUTDOWN: ❑ SET A _____μm TIME DELAY

UTIILITY CONDITIONS:

		DRIVER	HEATING
STEAM INLET	MIN		
	NORM		
	MAX		
EXHAUST	MIN		
	NORM		
	MAX		

ELECTRICITY

	DRIVER	HEATING	CONTROL	SHUTDOWN
VOLTAGE	**480**	120		
HERTZ	**60**	60		
PHASE	**3**	1		

COOLING WATER

TEMP INLET _____ ºC MAX RETURN _____ºC
PRESS NORM_____ (Psia) DESIGN_____ Psia
MIN RETURN MAX ALLOW PRESS _____
WATER SOURCE _____

INSTRUMENT AIR:

MAX PRESS _____(Psia) MIN ____(Psia)

❑ TOTAL UTILITY CONSUMPTION
COOLING WATER _____ GPM.
STEAM NORMAL_____ GPM.
STEAM MAX _____ GPM
INSTRUMENT AIR _____ GPM

Hp (DRIVER) _____
Hp (Auxiliares) _____

COUPLING IN ACCORDANCE API 671

	DRIVER	GEAR-COMP	
❍ MAKE			
❍ MODEL			
❍LUBRICATION			
❍MOUNT CPLG.HALVES			
❍SPACER REQ			
LIMITED END (FLOAT REQºD)			
❍IDLING ADAPTOR			
❍CPLG RATING			

SHOP INSPECTION AND TEST:	**REQ'D**	**WITNESS**
	No Witness	
SHOP INSPECTION	❍	●
HYDROSTATIC	●	❍
HELIUM LEAK	❍	❍
MECHANICAL RUN (4 HOURS)	●	❍
MECHANICAL RUN SPARE ROTORS	❍	❍
FIT IN SPARE ROTORS	❍	❍
PERFORMANCE TEST (GAS) (AIR)	●	❍
COMP. WITH DRIVER	❍	❍
COMP. LESS DRIVER	❍	❍
USE SHOP LUBE & SEAL SYSTEM	❍	❍
USE JOB LUBE & SEAL SYSTEM	❍	❍
USE SHOP VIBRATION PROBES, ETC.	❍	❍
USE JOB VIB. & AXIAL DISP. PROBES,	❍	❍
OSCILATOR DETECTOR & MONITOR	❍	❍
PRESSURE COMP. TO FULL OPER. PRESS.	❍	❍
DISASSEMBLE-REASSEMBLE COMP.	❍	❍
AFTER TEST		
CHECK BRGS. & SEALS AFTER TEST	○	❍
NOISE LEVEL TEST	❍	❍
__Reference Spec _____		

❑ **WEIGHTS** (Lbs)

COMPR _____ GEAR _____DRIVER _____
BASE _____COMPR UPPER CASE _____
ROTORS:COMPR _____ DRIVER _____GEAR _____
L.O CONSOLE _____S.O CONSOLE _____
MAX. FOR MAINTENANCE (IDENTIFY) _____
TOTAL SHIPPING WEIGHT _____

❑ **SPACE REQUIREMENTS** (in)

COMPLETE UNIT L ____ W _____H _____
L.O L ____ W _____H _____
S.O CONSOLE L ____ W _____H _____

MISCELLANEOUS:

❑ RECOM STRAIGHT RUN OF PIPE DIA DEFORE SUCTION
_____
❍ VENDOR REVIEW & COINCENTS ON PURCHASER
❍ OPTICA ALIGNMENT FLATS REQUIRED ON
COMPRESSOR, GEAR, & DRIVER
❍ PROVISION FOR WATER WASHING BEFORE
OPENING CASING BY _____
❍ TORSIONAL ANALISIS REPORT REQUIRED
❍ PROVISIONS FOR TORSIONA´L PICKUP ON CASE
CONDENSATE REMOVAL EQUIPMENT REQUIRED
❍ YES _____ ❍ NO

TEMPERATURE GAGE REQUIREMENS	LOCALLY MOUNTED	LOCAL PANEL
FUNCTION		
LEAVING AIR FROM COMPRESSOR	❑❍	❑❍
OIL COOLER	❑❍	❑❍
COMPR. JOURNAL BEARING	❑❍	❑❍
GEAR THRUST BEARING	❑❍	❑❍
GEAR JOURNAL BEARING	❑❍	❑❍
COMPRESSOR THRUST BEARING	❑❍	❑❍
DRIVER THRUST BEARING	❑❍	❑❍

FUNCTION	LOCALLY MOUNTED	LOCAL PANEL
COOLER OIL INLET OUTLET	❑❍	❑❍
SEAL OIL OUTLET	❑❍	❑❍
COMPRESSOR SUCTION	❑❍	❑❍
COMPRESSOR DISCHARGE	❑❍	❑❍
LUBE OIL RESERVOIR	❑❍	❑❍
PACKAGE INLET	❑●	❑❍

MISCELLANEOUS INSTRUMENTATION

❑❍ SIGHT INDICATORS , OIL LEVEL.
❑❍ SIGHT FLOW INDICATORS ,EACH SEAL OIL RETURN LINE
❑❍ LEVEL GAUGES, LUBE AND/OR SEAL OIL RESERVOIR S.O DRAIN TRAPS & S.O OVERHEAD TANK
❑❍ VIBRATION AND SHAFT POSITION READOUT EQUIPMENT
❑❍ VIBRATION READOUT LOCATED ON ❑LOCAL PANEL ❑ SEPARATE PANEL ❑ MAIN BOARD
❑❍ TURBINE SPEED PICKUT DEVIDES
❑❍ TURBINE SPEED INDICATORS
❑❍ TURBINE SPEED INDICATORS LOCATED ON ❑ LOCAL PANEL ❑ MAIN BOARD
❑❍ REMOTE HAND SPEED CHARGER-MOUNTED ON LOCAL PANEL
❑❍ ALARM HORN & ACKNOWLEDGEMENT SWITCH

ALARM & SHUTDOWN SWITCHES: shall be open

FUNCTION	ALARM	TRIP	FUNCTION	ALARM	TRIP
❑❍ LOW LUBE OIL PRESSURE			❑❍ COMPRESSOR VIBRATION		
❑❍ HI LUBE OIL FILTER Δ P			❑❍ COMPRESSOR AXIAL POS		
❑❍ HI SEAL OIL FILTER Δ P			❑❍ TURBINE VIBRATION		
❑❍ LOW LUBE OIL RESERVOIR LEV			❑❍ TURBINE AXIAL POS		
❑❍ LOW SEAL OIL RESERVOIR LEV			❑❍ GEAR VIBRATION		
❑❍ HI SEAL OIL LEVEL			❑❍ GEAR AXIAL POS		
❑❍ LOW SEAL OIL LEVEL			❑❍ COMPRESSOR MOTOR S. D		
❑❍ HI SEAL OIL PRESSURE			❑❍ TRIP & THROTTLE VALVE SHUT		
❑❍ LOW SEAL OIL PRESSURE			❑❍ HI TURB STEAM SEAL LEAKAGE		
❑❍ HI COALESCENTER FILTER Δ P			❑❍ HI COMPR THRUST BRG TEMP		
❑❍ HI FINAL FILTER Δ P			❑❍ HI DRIVER THRUST BRG TEMP		
❑❍ HI SEAL OIL OUTLET TEMP (COOLER)			❑❍ COMP. BALANCE DRUM Δ P		
❑❍ HI LIQUID LEV SUCT SEPARATOR			❑❍ AIR DRYER FAILURE		
❑❍ HI LUBE OIL OUTLET TEMP. (COOLER			❑❍ HI MOISTURE ON LEAVING AIR		
❑❍ COMPRESSOR HI DISCH TEMP			☐High Discharge Temp /Pressure		
■❍ **LOW OIL LEVEL**	PRE-ALARM	SHUDOWN	☐ Low Discharge Pressure		

0

SWITCH CLOSURES

ALARM AND PRE LARM CONTACTS SHALL ❑ OPEN ☐ CLOSE SOUND ALARM AND BE NORM ❑ ENERGIZED ❑ DE-ENERGIZED
SHUTDOWN CONTACTS SHALL: ❑ OPEN ☐ CLOSE TO TRIP AND BE NORMALLY ❑ ENERGIZED ❑ DE-ENERGIZED
NOTE: NORMAL CONDITION IS WHEN COMPRESSOR IS IN OPERATION./ ./ **NEMA 3 R ENCLOSURE.(AS Minimum.**

MISCELLANEOUS

■ INSTRUMENT TAGGING REQUIRED
PRE-ALARM AND SHUTDOWN SWITCHES SHALL BE SEPARATE
PURCHASERS ELECTRICAL AND INSTRUMENT CONNECTIONS WITHIN THE CONFINES OF THE BASEPLATE AND CONSOLE SHALL BE ❑ BROUGHT OUT TO TERMINAL BOXES ❑ MADE DIRECTLY BY THE PURCHASER.
COINCENTS REGARDING INSTRUMENTATION: _____

LOCAL CONTROL PANEL

FURNISHED BY : ■ VENDOR ❑ PURCHASER ❑ OTHER
❑ FREE STANDING ■ WEATHERPROOF ❑ TOTAL ENCLOSED ❑ EXTRA CUTOUTS
☐ VIBRATION ISOLATORS ❑ STRIP HEATERS ❑ PURGE CONNECTIONS
❑ ANNUNCIATOR: FURNISHED BY : ☐ VENDOR ❑ PURCHASER ❑ OTHER _____
ANNUNCIATOR LOCATED ON ❑ LOCAL PANEL ❑ MAIN CONTROL BOARD
■ CUSTOMER CONNECTIONS BROUGHT OUT TO TERMINAL BOXES BY VENDOR

INSTRUMENT SUPPLIERS:

PRESSURE GAGES	MFR		SIZE / TYPE	
TEMPERATURE GAGES	MFR		SIZE / TYPE	
LEVEL GAGES	MFR		SIZE / TYPE	
DIFF, PRESSURE GAGES	MFR		SIZE / TYPE	
PRESSURE SWITCHES	MFR		SIZE / TYPE	
DIFF PRESSURE SWITCHES	MFR		SIZE / TYPE	
TEMPERATURE SWITCHES	MFR		SIZE / TYPE	
LEVEL SWITCHES	MFR		SIZE / TYPE	
CONTROL VALVES	MFR		SIZE / TYPE	
PRESSURE RELIEF VALVE	MFR		SIZE / TYPE	
THERMAL RELIEF VALVE	MFR		SIZE / TYPE	
SIGHT FLOW INDICATORS:	MFR		SIZE / TYPE	
GAS FLOW INDICATORS	MFR		SIZE / TYPE	
VIBRATION EQUIPMENT	MFR		SIZE / TYPE	
TACHOMETER	MFR		SIZE / TYPE	
SOLENOIDE VALVES	MFR		SIZE / TYPE	
ANNUNCIATOR	MFR		SIZE / TYPE	

NOTES: ❑ SUPPLIED BY VENDOR

FUNCTION	LOCALLY MOUNTED	LOCAL PANEL
PRESSURE GAUGE REQ	❑❍	❑❍
FUNCTION	❑❍	❑❍
LUBE OIL PUMP DISCHARGE	❑❍	❑❍
LUBE OIL FILTER Δ P	❑❍	❑❍
LUBE OIL SUPPLY	❑❍	❑❍
SEAL OIL PUMP DISCHARGE	❑❍	❑❍
SEAL OIL FILTER Δ P	❑❍	❑❍
SEAL OIL SUPPLY (EACH LEVEL)	❑❍	❑❍
SEAL OIL DIFFERENTIAL	❑❍	❑❍
REFERENCE GAS	❑❍	❑❍
BALANCE LINE	❑❍	❑❍
SEAL EDUCTOR	❑❍	❑❍
BUFFER SEAL	❑❍	❑❍

❍ SUPPLIED BY VENDOR

FUNCTION	LOCALLY MOUNTED	LOCAL PANEL
GOV. CONTROL	❑❍	❑❍
GOV CONTROL OIL Δ P	❑❍	❑❍
COUPLING OIL Δ P	❑❍	❑❍
MAIN STEAM IN	❑❍	❑❍
1ST STAGE STEAM	❑❍	❑❍
STEAM CHEST	❑❍	❑❍
EXHAUST STEAM	❑❍	❑❍
EXTRATION STEAM	❑❍	❑❍
STEAM EJECTOR	❑❍	❑❍
COMPRESSOR SUCTION	❑❍	❑❍
COMPRESSOR DISCHARGE	❑❍	❑❍

REMARKS

1 The package for delivering instrument air consists of two compression system with Air Inlet filter, Aftercooler , oil Separator.

2. Alternate operation of compressor is recommended.

3. The package of air compression system consists of:

- Two air compressors providing each one 100% of instrument air requirements
- Direct expansion Refrigerated Dryer (w/ pre and after filter) 0004-D-2001 Electric motor 480 V/3 Ph/60Hz.
- Two prefiltres at each dryer. inlet 0004-FIL-2001 A/B.
- Two afterfilters at each dryer 0004-FIL-2002 A/B , outlet solid particle content < 1 mg/m3.
- Air Receiver, control panel. **Must be based on electronic control unit/ Serial RS-485 communication.**

0

4. Dew point of air at dryer outlet shall be 39.2 ºF.

5. The Receiver shall be furnished with pressure gages, relief valves and automatic moisture traps.

6. All equipment shall be skid mounted.

7. Mounting at skid edge (w /bird screen & rain shield).

8. Manufacturer supplies lubricating plan of each part, lubricating type. Fill capacity, consumption and recommended lubricant

9. Driver Electric Motor SF 1.15, 480 V /3 Ph/60 Hz Induction TEFC class F Grease Lubricating , With Radial & Thrust Bearing with Space heater 120 V/1Ph/60 Hz. A separate terminal box shall be provided on motor for termination of space connections

10 Maximum particle size **5** microns.

12.Instrumentation and control provided for skid mounted.

INSTRUMENT AIR DRYER 0004-D-2001

DESIGN REQUIREMENTS

		OPERATING	DESIGN		OPERATING	DESIGN
1	FLOW SCFM at 14.5 PSIA and 60 ºF		200	DISCH. TEMP. ºF	NOTE 7	
	SUCTION PRESS. Psia (Prefilter Inlet)		**116**	DEW POINT ºF	**40**	NOTE 3
	DISCH. PRESS. Psia			MOLECULAR WEIGHT		
	SUCTION TEMP. º F (Prefilter inlet)		**100**	DENSITY (Kg/m3)		

CAPACITY CONTROL

	RANGE FROM % TO % CAP.	POWER VOLTAGE: 480/ 60 Hz / 3 F	
	CONTROL TYPE		
	AUTOMATIC: YES	MANUAL:	
	AUTO/MANUAL WITH SELECTOR SWITCH: YES	START/STOP:	OTHERS:

□ INSTRUMENTATION

	PRESSURE GAUGE: NO	VOLTAGE CONNECTED: YES	PURGE FLOW INDICATOR:NO
	MOISTURE INDICATOR:NO	ON/OFF LAMPS STATUS: YES	REFRIGERANT HI-PRESSURE SWITCH: NO
	VALVE SWITCH FAILURE ALARM: NO	HIGH MOISTURE ALARM: NO	SEQUENCE MONITORING LIGHT: NO
	CYCLE TIMER:NO	OTHER:	

	INSPECTION AND TESTING METOD	REQUIRED	WITNESSED
	SHOP INSPECTION:	YES	
	HYDROSTATIC TEST:	YES	
	PERFORMANCE TEST:	YES	

□ CUSTOMERS PIPING CONNECTION

	DESCRIPTION	PIPE SIZE (In)	SCHEDULE	ENDS	MATERIAL
	PREFILTER AIR INLET				
	AFTER FILTER AIR OUTLET				
	STEAM SUPPLY				
	STEAM RETURN				
	COOLING WATER SUPPLY				
	COOLING WATER RETURN				
	INSTRUMENT AIR SUPPLY				
	OTHER				

□ LENGTH TO BE FURNISHED

	PREFILTER: YES	AFTER FILTER: YES	SILENCER:
	STEEL BASE & SKID:	DRYER TOWERS: NO	INTER CONNECTING PIPING:YES
	VALVES: YES	INSTRU. / CONT. PANEL:YES	OTHER:

PAINTING

	MANUFACTURER`S STANDARD:	OTHER

SHIPMENT

	DOMESTIC: YES	EXPORT: YES	IMPORT:
	OUTDOOR STORAGE OVER 6 MONTHS: NO	DELIVERY DATE AT SITE:	OTHER:

EQUIPMENT SELECTION

1	MANUFACTURER	**ATLAS COPCO**	MODEL	**FD 110**	SERIAL	**CAQ 133050**
	SIZE (HxWxD)	**34,5 x 31,9 x 27,4 in**	TYPE	**REFRIGERANT**	Nº OF UNITS	**1**

REMARKS
1.Dryer refrigerant type: R-134A (Non fluor).
2.Pressure drop through air dryer shall not be more than 5 Psi.
3.Outlet dew point temperature at dryer outlet pressure shall be 39.2ºF.
4.Max. particle size in the instrument air system shall be less than 5 microns.
5.Lubricant content shall not exceed one (1) PPM w/w.
6.Vendor to complete information designated by double asterick (**).
0 **7.Vendor to ensure that dryer discharge temperature no higher than 100 ºF**

PREFILTER 0004-FIL-2001 A/B

BASIC DATA

1	DESIGN FLOW SCFM at 1 4.7 Psia & 60 F	**246**	SUSPENDED SOLIDS:	YES
	MOLECULAR WEIGHT:		CHARACTERISTICS OF SOLIDS:	SAND
	DENSITY: (Lb/ft^3)		PARTICLE SIZE (AVERAGE) micron:	5
	VISCOSITY, CP:		SOLID CONCENTRATION mg/m3:	**1**
	INLET PRESSURE , Psia: (NOR/MAX)	**116 / 246,5**	MAX ALLOW PRESS. DROP DIRTY, Psia	**5**
	INLET TEMPERATURE , ºC:	**66 max**	RETENTION (NOMINAL) %	
	CORROSIVE CONTAMINANT:	OIL WATER	MAXIMUM RESIDUAL OIL, ppm	0.5
	FILTER TYPE			
	Nº OF ELEMENTS/CAPACITY:	**2 / 100% EACH**	MATERIAL OF ELEMENTS:	
	TYPE OF ELEMENTS:	**COALESCENTER**	MESH SIZE:	
	CONSTRUCTION OF FILTER			
	FILTER DIA x LENGTH, Inc x Inc	**5,51 x 20,47**	EFECTIVE FILTER SURFACE AREA, m2	
	FILTER POSITION VERT – HORIZ.:	**VERTICAL**	WEIGHT, kg	**4,2 Kg**
	DESIGN CONDITIONS			
	DESIGN PRESSURE, PSIA		CORROSION ALLOWANCE , Inc	0.125
	DESIGN TEMPERATURE, ºC		MATERIAL SHELL & HEADS	CARBON STEEL
	INSULATION - PLANT		ASME CODE DESIGN	
	CONNECTIONS/INSTRUMENTS:	**QUANTITY**	SIZE	RATING – FACE
	INLET	**1**	**1 1/2 in**	
	OUTLET	**1**	**1 1/2 in**	
	DRAIN	AUTOMATIC		
	RELIEF VALVE			
	PRESS INDICATOR			
	DIFF. PRESSURE INDICATOR	1		
	QUICK OPENING COVER			

EQUIPMENT SELECTION

1	MANUFACTURER	**ATLAS COPCO**	MODEL	**DD 120**	SERIAL	
	SIZE (HxWxD)		TYPE	**COALESCENTER**	Nº OF UNITS	**2**
	Nº REQ D / CAPACITY	2 / SIZED 100%		SERVICE		
	FILTER EFFICIENCY: **99,9 %**			SERVICEC LIFE: 4000 Hr		

AFTERFILTER 0004-FIL-2002 A/B BASIC DATA

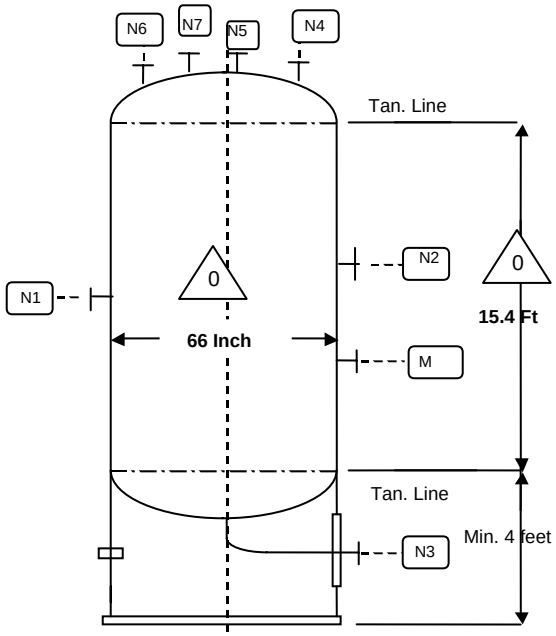
1	DESIGN FLOW SCFM at 1 4.7 Psia & 60 F	**246**	SUSPENDED SOLIDS:	YES
	MOLECULAR WEIGHT:		CHARACTERISTICS OF SOLIDS:	SAND
	DENSITY: (Lb/ft^3)		PARTICLE SIZE (AVERAGE) micron:	5
	VISCOSITY, CP:		SOLID CONCENTRATION mg/m3:	**1**
	INLET PRESSURE , PSIA (NOR/MAX)	**116 / 246,5**	MAX ALLOW PRESS. DROP DIRTY, Psia	**5**
	INLET TEMPERATURE , ºC:	**66 max**	RETENTION (NOMINAL) %	
	CORROSIVE CONTAMINANT:		MAXIMUM RESIDUAL OIL, ppm	0.5
	FILTER TYPE			
	Nº OF ELEMENTS:		MATERIAL OF ELEMENTS:	
	TYPE OF ELEMENTS:	**DRY HIGH EFFICIENCY**	MESH SIZE:	
	CONSTRUCTION OF FILTER			
	FILTER DIA x LENGTH, Inc x Inc	**5,51 x 20,47**	EFECTIVE FILTER SURFACE AREA, m2	
	FILTER POSITION VERT – HORIZ.:	VERTICAL	WEIGHT, kg	**4,2 Kg.**
	DESIGN CONDITIONS			
	DESIGN PRESSURE, PSIA		CORROSION ALLOWANCE , Inc	0.125
	DESIGN TEMPERATURE, ºC		MATERIAL SHELL & HEADS	CARBON STEEL
	INSULATION - PLANT		ASME CODE DESIGN	
	CONNECTIONS/INSTRUMENTS:	QUANTITY	SIZE	RATING – FACE
	INLET	**1**	**1 ½ in**	
	OUTLET	**1**	**1 ½ in**	
	VENT DRAIN			
	RELIEF VALVE			
	PRESS INDICATOR			
	DIFF. PRESSURE INDICATOR	**1**		
	QUICK OPENING COVER			

EQUIPMENT SELECTION

1	MANUFACTURER	**ATLAS COPCO**	MODEL	**PD 120**	SERIAL	
	SIZE (HxWxD)		TYPE	**DRY HIGH EFFICIENCY**	Nº OF UNITS	**2**
	Nº REQ D / CAPACITY:	2 / SIZED 100%		SERVICE		
	FILTER EFFICIENCY: 99.99%			SERVICEC LIFE: 4000 Hr		

1. Vendor to complete information designated by double asterick (**)

Rev			
	Service: Air Receiver	Tag Nº: 0004-V-2001	QTY: 1 (One)
	Volume **3054 Gal** ■ Vertical ❑ Horizontal	Code Stamp Req'd.: ❑ Yes ■ No	
0	**DESIGN DATA**	Equipment Size: I.D.: Inc Length(T-T): Inc	
	Code: ■ ASME SECT. VIII, DIV. 1 last edition	**Remarks**	
	❑ ASME DESIGN & WORKMANSHIP	1.- The height of the skirt will be adequate to inspect or install piping.	
	❑ API 620	2.- Air time supply: 10 Min .	
	❑ API 650	3. Internal linig	
	Radiography:	**Weight (lb)**	**General Notes**
	Long. Seam Circumf. Seam	Empty:	A.- Weights shall be by Vendor.
	■ Full, 100% (RT-1) ■ Full, 100% (RT-1)	Operation:	
	❑ Spot, 85% (RT-3) ❑ Spot, 85% (RT-3)	Hydrotest:	
	Corrosion Allowance: 0.125 Inch	**VESSEL SKETCH**	
	Heads Type: Elliptical 2:1		
	Support Type: / Qtty		
	■ Skirt / 1		
	❑ Saddles		
	❑ Legs		
	❑ Lugs		
0	**PROCESS DATA**		
	Operation Press.: **60-140 Psig** M.A.W.P.:		
	Intern. Design Pressure: 165 Psig(Min) Vacuum: 0		
	Operation Temp.: Design Temp.(int/ext): ºF		
	M.D.M.T.: Test Pressure:		
	CONSTRUCTION		
	Strees Relief/PWHT: NA Fire Proofing: NA		
	Insulation Sup. Type: N/A Insulation Thk: N/A		
	Basic Wind Speed (mph): 67		
	Earthquake Zone: Zone 4 Covenin UBC 2000		
	Surface Prep.: Coating:		
	Internal Type/Mat'l.: By Vendor Demister Type/Mat'l.: N/A		
	Heating Req'd.: N/A Agitation Req'd.: N/A		
	❑ Ladders ❑ Ladders ❑ Ladders		
	Vortex Breaker Type/Mat'l.:	Note: Nozzles's location will be placed on vendor's prints.	

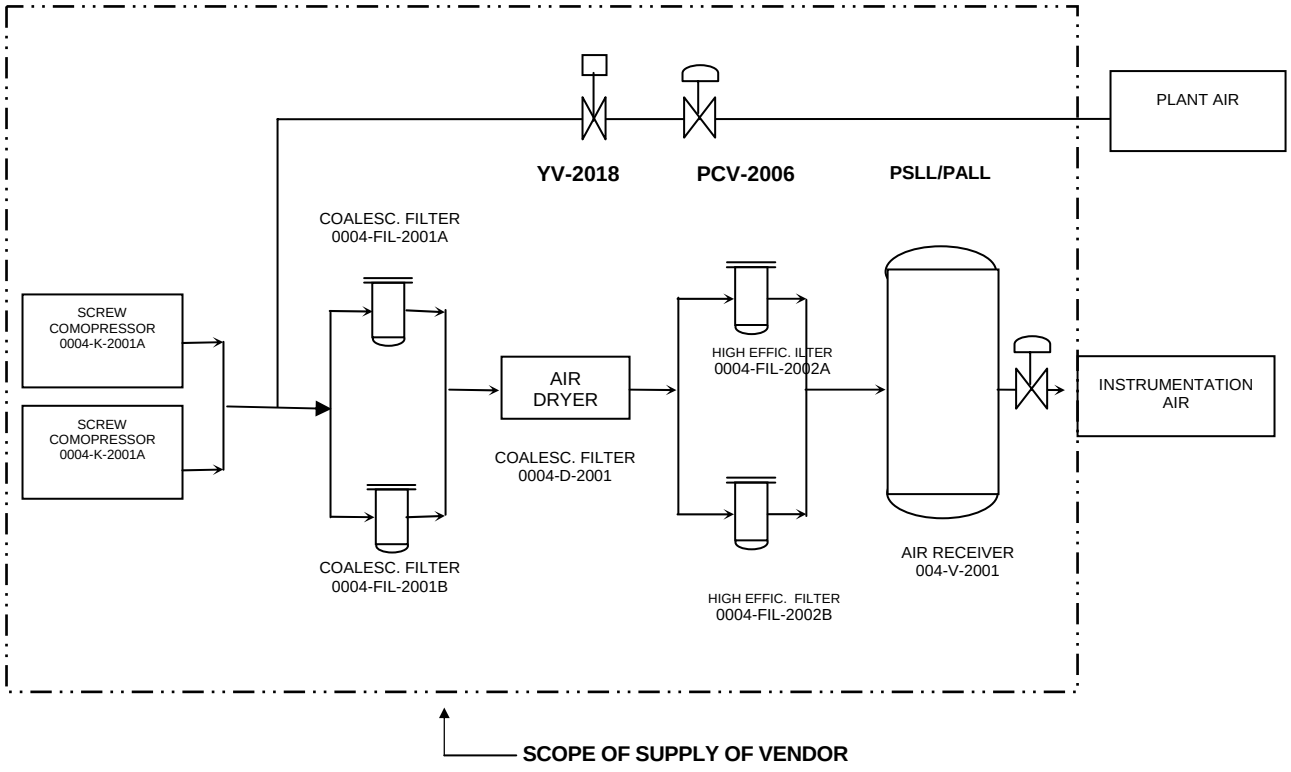


MATERIAL SPECIFICATION		Nozzles			Service	Connection Data		
		Nº	Qtty	ID (in)		Sch.	Rating lb	Type/facing
Shell & Heads:	Carbon steel	N1	1		AIR INLET	By Vendor	150	WN/RF
Pads:	Carbon steel	N2	1		AIR OUTLET	By Vendor	150	WN/RF
Blind Flanges:	SA-105	N3	1	2	DRAIN	By Vendor	150	WN/RF
Forged Flanges:	SA-105	N5	1	2	VEN/UTIl	By Vendor	150	WN/RF
Neck Nozzles:	SA-106 Gr. B	N6	1	2r	.PSL			
Fittings:	SA-234 WPB	N4	1	2	PSV	By Vendor	150	WN/RF
Couplings:	SA-105	N7	1	2	PRESS. GAUGE	By Vendor		
Neck Nozzles (Plates):	SA-36	M	1	20	MANWAY w/david	By Vendor		
Supports:	SA-36							
Internal:	NA							
Insulation Rings:	NA							
Stiffened Rings:	C.S.							
Bolts/Studs:	SA-193 B7							
Nuts:	SA-194 2H							
Gaskets:								
Name Plate:	SS 304							

GENERAL NOTES

1. Vessel shall include an automatic drain trap.
2. Vendor shall indicate nominal and minimum thicknesses for both shell / heads.
3. Design specification FF-010-10-2211-S002. and Paint Per FF-010-10-2311-S015
0 4. **Seting of PSL and PSLL 135 Psig (PSL and PSLL don´t supply by vendor)**
5. Platform/ladder(s) Clips: yes Platform / ladder (s) Yes / Pipe guide/support/Brakects clips Yes/ Grounding Lug yes (If applicable)
0 6. **At skid limit the pressure shall be 100 Psig**
7 Air receiver will have ten (10) minutes to supply instrument Air in case of any upset condition (minimum pressure : 60 PSIG).

AIR COMPRESSORS PACKAGE (0004-U-2001)



REMARKS

1. Air package shall include all electrical power and control conduits and wiring and interconnecting piping to air receiver.
2. See P:&ID No 7640-130-P-158-PL-142.
3. All skid limit equipment wiring shall terminate in the skid edge enclosure.
4.Manufacturer Control Panel:
5.Vendor shall provide Shut Down valve and two Pressure reducing regulator Self Valves PCV-2017 as indicated on P&ID
6. .Serial Port communication to RTU.
7. All drain connections to be piped to common header.
8. Valve PCV-2006 self regulating valve, 150 #, diameter= 2 inch set pressure= 140 PSIG
9. Valve YV-2018 ON/OFF valve, 150#, diameter= 2 in
10.PSLL/PALL-2015 Set pressure 135 PSIG. (PSLL/PALL don´t supply by vendor)

0

ELECTRICAL MOTOR DRIVER

Item Nº: _____

Basic Data:
● Volts: 480 Phase: 3 Hertz: 60
■ Nameplate HP: _____ ● SF=1.15 ❍ SF=1.0
❒ Brake HP: _____ ❍ Insulation Class: F
■ Synchronous RPM: ____ ❍ Reversible Rotation
✧ Clockwise Rotation ✧ Counter Clockwise Rotation
■ Temperature Rise: B
❒ Vertical Thrust Capacity (Lbs): Up: _____ Down : _____

Motor Type:
● NEMA Design B ❍ NEMA Design C ❍ NEMA Design D

Driven System:
❍ Direct Connected ❍ Gear ❍ Belt ❍ Other: _

Starting:
● Full Voltage ❍ Reduced Voltage: _____%
❍ Loaded ❍ Unloaded ❍ VFD Application
❍ NEMA Std. 10% Voltage Dip ❍ Voltage Dip: _____%

Enclosure Type:
❍ Explosion Proof ● TEFC ❍ Forced Ventilated
❍ Other: _____

Duty: ● Continuous ❍ Intermittent

Efficiency: ● Standard ❍ High

Ground: ● Motor foot ½"-13 UNC ❍ Conduit box ¼"-20 UNC

Conduit Box: ❍ Standard ❍ Oversized

Bearings:
❍ Type: _____
Lubrication: ❍ Grease ❍ Oil Mist ❍ Oil ❍ Sealed

Vibration: ❍ Per Specification ❍ Other: _____

Manufacturer's Data:
❒ Manufacturer: _____
❒ Frame Nº: _____ ❒ Model Nº: _____
❒ Full Load RPM: _____ ❒ Locked Rotor PF: _____
❒ Full Load Amps: _____ ❒ Locked Rotor Amps: _____
❒ Full Load Torque: _____ Ft/Lbs ❒ Weight: _____Lbs
❒ Efficiency FL: _____ ¾ L: _____ ½ L: _____
❒ Pwr Factor FL: _____ ¾ L: _____ ½ L: _____

Provide Following Data @ Operating Temp & _____% Volts:
❒ Locked Rotor Withstand Time: _____Seconds
❒ Acceleration Time (Motor & Load): _____Seconds
❒ Rotor WK² @ Motor Shaft Speed: _____Lb Ft²

Painting: ❍ Per Paint Spec.: _____
● Other: Manufacturer Standard

LUBRICATION

Equip. No.	Description	Part lubricated	Lubricant		Fill Capac. (US GAL.)	Consumption Amt./Time	RecoIncended Lubricant MFR & No. & Remarks
			Type	Visc. SSU			

NOISE

MAXIMUM PERMISSIBLE SOUND PRESSURE LEVEL

DB re 0.0002 MICROBAR	OCTAVE BAND CENTER FREQUENCY, Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	6000
85									

① EQUIPMENT NOISE SHALL BE MEASURED UNDER OPERATING CONDITIONS AT FULL LOAD.

② MICROPHONE LOCATION DURING MEASUREMENTS SHALL BE:

3 FEET FROM MAJOR BOUNDING SURFACES.

3 FEET FROM _____

AND HALF OF EQUIPMENT HEIGHT (**2 FEET MIN.**) FROM GRADE AS SHOWN IN SKETCH BELOW

③ METHOD OF MEASUREMENT, MEASURING INSTRUMENTS, ETC. SHALL BE IN ACCORDANCE WITH SPECIFICATION LISTED BELOW

EXCEPT AS OTHERWISE NOTED HERE:

■ ANSI ❑ OTHERS:

MEASURING POINT	OCTAVE BAND CENTER FREQUENCY, Hz								
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	6000

GENERAL NOTES

Compressor motor with space heater 120 V/1Ph/60 Hz. A separated terminal box shall be provided on motor for terminal of space heater conn.

ANEXO 4. Catálogo de Compresores Atlas Copco GA 30-55C

Atlas Copco Compresores de aire estacionarios

GA 30-90C Series WorkPlace - 50/60 Hz

Compresores de tornillo rotativos con inyección de aceite
30-90 kW / 40-125 CV

SISTEMAS DE
COMPRESOR DE AIRE
"WORKPLACE"

Atlas Copco

“WorkPlace”: Un exclusivo sistema de compresor de aire “Todo en Uno” que se puede colocar en cualquier parte

La combinación de características que distinguen a los compresores Atlas Copco han dado un nuevo salto espectacular en valor para el cliente: El sistema de compresor de aire “WorkPlace”.

Ha sido posible sacar el compresor de la sala de compresores convencional y llevarlo al punto de uso gracias a los niveles sonoros extremadamente bajos y a la integración de los accesorios opcionales, como el equipo de tratamiento de aire y de condensados.

El sistema de compresor de aire “WorkPlace” contribuye a mejorar la instalación y, como consecuencia, tiene una repercusión económica más positiva que los productos tradicionales.

Menores costes de instalación

Las unidades GA 30-90 C se entregan con aceite y preparadas para funcionar. Para comenzar a trabajar, basta con conectar el compresor a su fuente de energía.

- Mínimo espacio de suelo
- Conexión en un único punto para la alimentación del compresor y del equipo auxiliar
- Monitorización en un único punto del compresor y del equipo auxiliar
- Se evitan tuberías para conectar todos los equipos auxiliares
- Se evitan en gran medida las tuberías hasta el punto de uso
- Se evita la propia sala de compresores.

Menores costes de funcionamiento

El mantenimiento de una red de tuberías es complicado y costoso. Aparte de la caída de presión sobre la red, sabemos por experiencia que no son inusuales fugas de hasta un 10 % de la capacidad total del compresor. El concepto “WorkPlace” ofrece la posibilidad de suprimir este consumo de potencia innecesario y ahorrar dinero.

La serie GA 30-90C está disponible como:

- Versiones refrigeradas por aire o por agua
- Versiones Workplace o WorkPlace Full Feature (incluido secador)
- Versiones de alta temperatura ambiente (hasta 50 °C, 145 °F).

El sistema de compresor “WorkPlace”: Las ventajas de la tecnología avanzada

✓ **Absoluta fiabilidad**	Diseñados y fabricados de acuerdo con las normas ISO 9001 e ISO 14001, la gama GA 30-90 C satisface las expectativas de la industria respecto a los mayores niveles de calidad. Todas las unidades son conformes al código de pruebas ISO 1217, ed. 3, Anexo C – 1996.
✓ **Alto rendimiento**	El compresor está equipado con el exclusivo elemento de tornillo patentado por Atlas Copco, un sistema de accionamiento de alta eficiencia y un control inteligente, confiriendo todo ello un rendimiento superior.
✓ **Bajos costes de mantenimiento**	El compresor está diseñado para facilitar el servicio y tener un fácil acceso a todos los componentes. El desgaste y la necesidad de piezas de repuesto se reducen al mínimo.
✓ **Bajo nivel sonoro**	La utilización de un ventilador radial de baja velocidad y las modernas técnicas de optimización vibroacústica han permitido unos niveles sonoros extremadamente bajos.
✓ **Control Elektronikon®**	Este avanzado sistema de control, monitorización y comunicación maximiza el rendimiento global del compresor y minimiza los costes de mantenimiento. Al mismo tiempo, están disponibles todos los interfaces para control remoto y comunicación.
✓ **Unidades “Todo en Uno”**	Todo el equipo de tratamiento de aire y de condensados se puede integrar en el compresor, reduciendo al máximo los costes de instalación y los requisitos de suelo.
✓ **Organización mundial de ventas y servicio**	Desde el inicio del proyecto a la instalación, desde el asesoramiento al mantenimiento preventivo y actividades de servicio, Atlas Copco puede ser su socio, ayudándole a mantener su proceso de producción.

ISO 9001
Desde el diseño a la producción y suministro, los compresores Atlas Copco cumplen la norma de calidad ISO 9001.

ISO 14001
El Sistema de Gestión Ambiental de Atlas Copco forma parte integral de cada proceso productivo.

Sistemas de compresor de aire “WorkPlace”

GA 30-55C

1. Secador frigorífico integrado
La versión Full Feature incluye, de forma estándar, un secador frigorífico integrado, reduciendo los costes de instalación y el requisito de suelo.

2. Filtro de aire integrado
En la versión Full Feature se pueden montar filtros opcionales para obtener aire limpio de acuerdo con ISO 8573-1 clase 1 ó 2.

3. Motor
Motor eléctrico de alta eficiencia, totalmente cerrado y refrigerado por aire (TEFC), IP55, clase F, para un funcionamiento continuo sin problemas. Alineación permanente con el elemento compresor.

4. Refrigeradores
Refrigeradores compactos dimensionados para asegurar unas temperaturas de funcionamiento ideales en todas las condiciones - fáciles de limpiar.

5. Elemento
Elemento de tornillo patentado por Atlas Copco, para una eficiencia energética óptima y una destacada fiabilidad.

6. Disposición de accionamiento.
Accionamiento directo o por engranajes, para una eficiencia energética óptima y un mantenimiento mínimo.
Acoplamiento flexible, para reducir el par de arranque.

GA 30-90C: fiabilidad, eficiencia e integración

GA 55-90C

7. Ventilador
Ventilador radial de baja velocidad; proporciona un alto flujo de aire con unos niveles sonoros extremadamente bajos.

8. Separador de aceite
El separador de aceite de varias etapas consigue separar el aceite del aire hasta 2 ppm, para evitar al máximo la contaminación y requerir mantenimiento mínimo.

9. Filtro de aspiración de aire
Filtro de aspiración de varias etapas para trabajos pesados con eliminación de partículas de hasta 1 micra. Gran superficie del cartucho para una larga vida útil y una mínima caída de presión.

10. Elektronikon
Control y monitorización automáticos del compresor; optimizan el funcionamiento para mayor eficiencia y fiabilidad.

11. Separador de aceite/agua integrado
El separador de aceite/agua opcional es totalmente automático. Separa los condensados de aceite/agua sin utilizar el costoso carbón activado. Depura condensados hasta un contenido residual de aceite de menos de 10 ppm.

Elektronikon® : Un avanzado sistema electrónico de control, monitorización y comunicación

El Elektronikon patentado por Atlas Copco es un avanzado sistema de operación en tiempo real basado en un microprocesador con un ergonómico interface alfanumérico para el usuario.

Fiabilidad

- Protección activa del compresor mediante las indicaciones de servicio y aviso
- Parada del compresor si se producen errores vitales

Eficiencia energética

- Control preciso de la presión, para una eficiencia óptima
- El modo de control DSS está programado de forma estándar, eliminando en sumo grado el consumo de potencia en descarga y generando unos ahorros de energía de hasta un 10%

Sencillez de uso

- Se puede programar en 2 idiomas, de una selección de 23
- Ajuste de los parámetros de funcionamiento (protegidos con contraseña)
  - Presión de trabajo
  - Niveles de aviso
  - Niveles de servicio
  - Temporizador semanal
- Lectura de datos históricos y actuales a través del display de fácil lectura
  - Presión de trabajo, temperaturas de funcionamiento, número de arranques del motor, horas de funcionamiento, información de servicio
  - Datos de estado durante las 5 últimas paradas y paradas de emergencia

Sencillez de servicio

- Indicación automática cuando es necesario realizar el servicio, minimizando el tiempo de parada y simplificando la planificación del mantenimiento

Control y monitorización remotos digitales

- Posibilidad de arranque/parada - carga/descarga del compresor desde una zona remota
- Indicación remota de funcionamiento automático, aviso general y parada

Comunicación

- Conexión CAN (estándar)
- Interface de conexión con internet (opción)
- Interface ModBUS/ProfiBUS (opción)

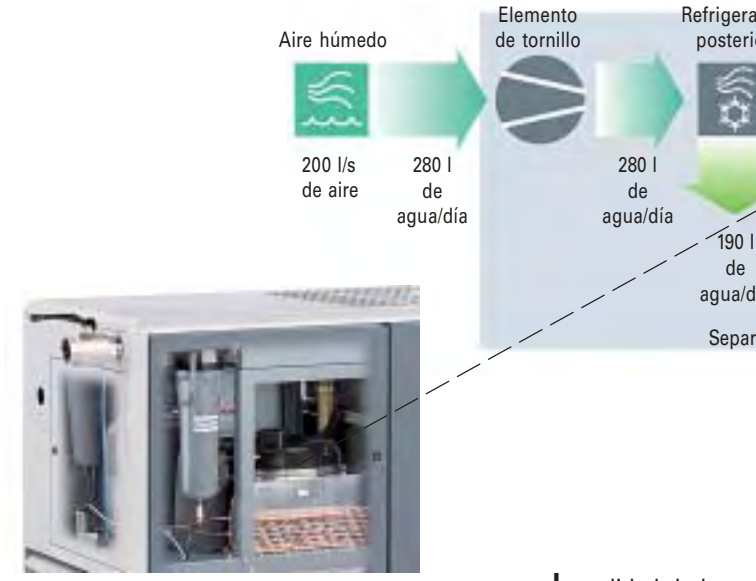
Control y monitorización de la sala de compresores

Las instalaciones de múltiples compresores se pueden beneficiar de un sistema de control centralizado, que coordina el funcionamiento de cada compresor y equipo auxiliar. Atlas Copco puede ofrecer desde secuenciamiento sencillo hasta monitorización de la sala compresores completa, empleando la tecnología de comunicación más avanzada.

Equipamiento opcional: El mejor valor añadido

La humedad, partículas de suciedad y aerosoles en el aire de la planta pueden dañar los equipos neumáticos y contaminar los productos. Cuando el aire comprimido está seco y limpio, las operaciones de producción se desarrollan sin problemas. Las unidades GA 30-90C Full Feature incorporan un secador integrado que utiliza un refrigerante ecológico R404a.

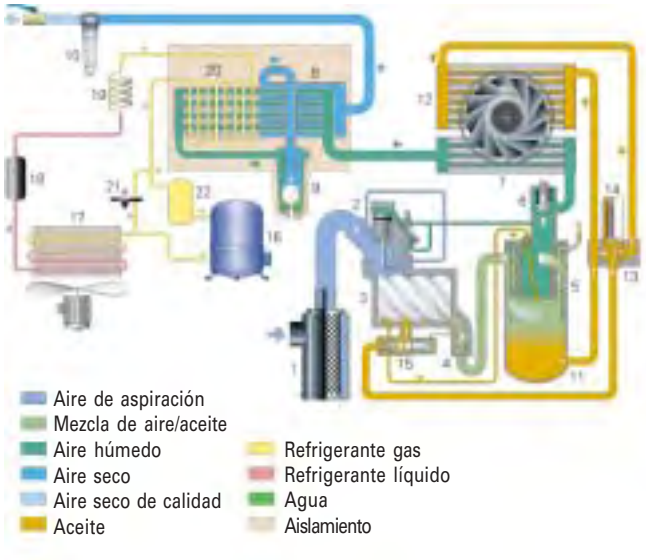
Si se añaden los juegos de filtros opcionales (DD - PD), estas unidades suministrarán aire limpio y seco de acuerdo con ISO 8573-1 clase 1.4.1 ó 2.4.2.



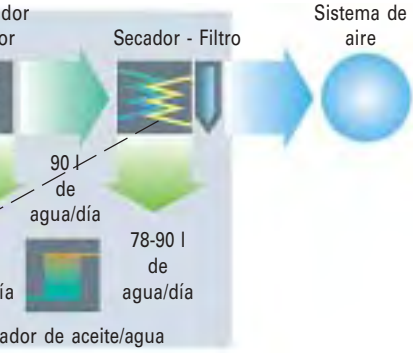
La calidad de los co
vertidos debe cumplir los
legales. El separador de aceite
opcional mejora la calidad de los co
hasta cumplir con los requisitos legales,
ya no hay que preocuparse por el vertido de
dos contaminados

Opciones estándar	GA 30-55C	GA 55-90C
Juego de filtros clase 1 (sólo versión Full Feature)		•
Juego de filtros clase 2 (sólo versión Full Feature)	•	•
Bypass del secador	•	•
Separador de aceite/agua	•	•
Purgador electrónico de agua	•	•
Bandeja de aceite	•	•
Recuperación de energía	•	•
Regulación modulada	•	•
Aceite sintético PAO	•	•
Aceite de grado alimentario	•	•
Dispositivo de elevación	•	•
Protección contra la lluvia	•	•
Protección contra congelación (-10 °C)	•	•
Motor principal		
Calentador anticondensación	•	•
Protección con termistor	•	•
Relé de secuencia de fases	•	•
Interruptor general de alimentación eléctrica	•	•
Colores especiales	•	•
Válvula de cierre del agua de refrigeración	•	•
Interface de conexión con internet	•	•
Interface MODBUS	•	•
Interface PROFIBUS	•	•
Versión HAV (50°C)	•	•

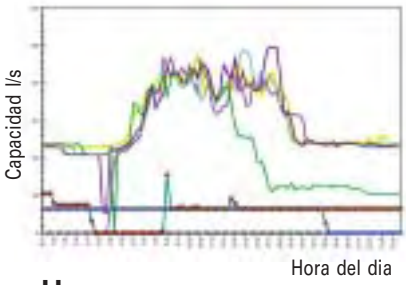
Diagrama de flujo



GA VSD: El genio que puede ahorrar hasta un 35 % de energía



ondensados
s requisitos
e-agua OSD
ondensados
por lo que
e condensa-
s de aceite.



Un perfil típico de demanda de aire, medido durante una semana.

Un sistema de medición, utilizado para analizar el consumo de energía de aire. En base a estas lecturas, se puede simular por software la implantación de un compresor VSD en una instalación típica, siendo posible calcular el futuro ahorro de energía antes de realizar cualquier inversión.

La mayoría de las instalaciones de producción muestran un perfil de demanda de aire con fluctuaciones de acuerdo con la hora del día o del día de la semana, o del período de un ciclo económico. Los compresores tradicionales no pueden seguir con precisión la demanda de aire.

Atlas Copco fue pionero en la tecnología de compresores con accionamiento de velocidad variable (VSD), que ofrece la posibilidad de adaptar perfectamente la capacidad del compresor a la demanda de aire.

Un compresor GA VSD puede seguir la demanda fluctuante variando la velocidad de su motor de accionamiento. Esta es la característica clave de los compresores GA VSD. Reducen el consumo de energía al mínimo, evitando completamente el consumo de potencia en descarga, y ahorran hasta un 22 % del coste del ciclo de vida total.

Circuito de aire
1. Filtro de aspiración de aire
2. Válvula de aspiración de aire
3. Elemento de compresión
4. Válvula de retención
5. Elemento separador de aceite
6. Válvula de presión mínima
7. Refrigerador posterior
8. Intercambiador de calor aire-aire
9. Separador de humedad con purgador
10. Filtro DD (opcional)

Circuito de aceite
11. Depósito de aceite
12. Refrigerador de aceite
13. Válvula termostática de by-pass
14. Filtro de aceite
15. Válvula de parada de aceite

Circuito de refrigeración
16. Compresor de refrigeración
17. Condensador
18. Filtro de líquido refrigerante
19. Tubo capilar
20. Evaporador
21. Válvula de derivación de gas caliente
22. Acumulador

Comparación del coste de ciclo de vida (LCC) durante un período de 5 años.

Ahorro del 35 % del consumo de energía

Datos técnicos

Tipo de compresor	Máx. presión de trabajo WorkPlace		Máx. presión de trabajo WorkPlace FF		Capacidad FAD(*)			Potencia del motor		Nivel sonoro(**)	Peso kg	
	bar(e)	psig	bar(e)	psig	l/s	m³/h	cfm	kW	hp	dB(A)	Work-Place	Work-Place FF
Versión de 50 Hz												
GA 30 - 7,5	7,5	109	7,3	105	93	335	197	30	40	65	830	920
- 8	8	116	7,75	112	89	320	189					
- 10	10	145	9,8	141	78	281	165					
- 13	13	189	12,8	185	64	230	136					
GA 37 - 7,5	7,5	109	7,3	105	115	414	244	37	50	66	970	1080
- 8	8	116	7,75	112	110	396	233					
- 10	10	145	9,8	141	98	353	208					
- 13	13	189	12,8	185	78	281	165					
GA 45 - 7,5	7,5	109	7,3	105	134	482	284	45	60	67	970	1080
- 8	8	116	7,75	112	122	439	259					
- 10	10	145	9,8	141	120	432	254					
- 13	13	189	12,8	185	100	360	212					
GA 55C - 7,5	7,5	109	7,3	105	158	569	335	55	75	70	1035	1150
- 10	10	145	9,8	141	141	508	299					
- 13	13	189	12,8	185	121	436	256					
GA 55 - 7,5	7,5	109	7,3	105	172	619	364	55	75	66	1350	1500
- 8	8	116	7,75	112	166	598	352					
- 10	10	145	9,8	141	145	522	307					
GA 75 - 7,5	7,5	109	7,3	105	236	850	500	75	100	68	1450	1600
- 8	8	116	7,75	112	224	806	475					
- 10	10	145	9,8	141	197	709	417					
- 13	13	189	12,8	185	169	608	358					
GA 90C - 7,5	7,5	109	7,3	105	254	914	538	90	125	73	1550	1700
- 8	8	116	7,75	112	252	907	534					
- 10	10	145	9,8	141	222	799	470					
- 13	13	189	12,8	185	190	684	403					
Versión de 60 Hz												
GA 30 - 100	7,4	107	7,2	104	93	335	197	30	40	65	830	920
- 125	9,1	132	8,9	128	85	306	180					
- 150	10,8	157	10,6	153	72	259	153					
- 175	12,5	181	12,3	178	66	238	140					
GA 37 - 100	7,4	107	7,2	104	117	421	248	37	50	66	970	1080
- 125	9,1	132	8,9	128	104	374	220					
- 150	10,8	157	10,6	153	93	335	197					
- 175	12,5	181	12,3	178	83	299	176					
GA 45 - 100	7,4	107	7,2	104	140	504	297	45	60	67	970	1080
- 125	9,1	132	8,9	128	126	454	267					
- 150	10,8	157	10,6	153	114	410	242					
- 175	12,5	181	12,3	178	101	364	214					
GA 55C - 100	7,4	107	7,2	104	158	569	335	55	75	73	1035	1150
- 125	9,1	132	8,9	128	144	518	305					
- 150	10,8	157	10,6	153	132	475	280					
- 175	12,5	181	12,3	178	125	450	265					
GA 55 - 100	7,4	107	7,2	104	173	623	367	55	75	67	1350	1500
- 125	9,1	132	8,9	128	153	551	324					
GA 75 - 100	7,4	107	7,2	104	233	839	494	75	100	69	1450	1600
- 125	9,1	132	8,9	128	209	752	443					
- 150	10,8	157	10,6	153	190	684	403					
- 175	12,5	181	12,3	178	172	619	364					
GA 90C - 100	7,4	107	7,2	104	254	914	538	90	125	74	1550	1700
- 125	9,1	132	8,9	128	235	846	498					
- 150	10,8	157	10,6	153	216	778	458					
- 175	12,5	181	12,3	178	196	706	415					

(*) Rendimiento de la unidad medido de acuerdo con ISO 1217, Ed. 3, Anexo C-1996.

Condiciones de referencia:
- presión absoluta de entrada 1 bar (14.5 psi)
- temperatura de entrada del aire 20 °C (68 °F)

El FAD está medido a las siguientes presiones de trabajo:
- Versiones de 7,5 bar a 7 bar
- Versiones de 10 bar a 9,5 bar
- Versiones de 13 bar a 12,5 bar

(**) Nivel sonoro medio medido de acuerdo con el código de prueba Pneurop/Cagi PN8NTC2; tolerancia 2 dB(A).

Punto de rocío a presión del secador frigorífico integrado en condiciones de referencia: 3 °C

La cara de la innovación

Atlas Copco se distingue como empresa por nuestra convicción de que sólo podremos destacar en lo que hacemos si ofrecemos la mejor experiencia tecnológica posible para ayudar realmente a nuestros clientes a producir, crecer y triunfar.

Sólo hay una forma de conseguirlo – nosotros lo llamamos simplemente el Estilo Atlas Copco. Se basa en la **interacción**, las relaciones a largo plazo y la participación en los procesos, necesidades y objetivos de los clientes. Significa que debemos ser flexibles para adaptarnos a los variados requisitos de las personas que confían en nosotros.

El **compromiso** con el negocio de nuestros clientes dirige nuestro esfuerzo para aumentar su productividad mediante mejores soluciones. Un compromiso que comienza prestando pleno apoyo a los productos existentes y mejorando las cosas continuamente. Pero no nos detenemos aquí, concebimos y realizamos avances tecnológicos a través de la **innovación**. No por simple amor a la tecnología, sino pensando en los resultados y en la tranquilidad de nuestros clientes.

Así es como Atlas Copco se esforzará por seguir siendo la primera elección, atraer nuevos negocios y mantener nuestra posición como líder de la industria.

No utilice nunca el aire comprimido como aire respirable sin purificarlo previamente, de acuerdo con la legislación y las normas locales.

Atlas Copco

2935 4853 44 - Impreso en Bélgica - Sujeto a modificaciones sin previo aviso.

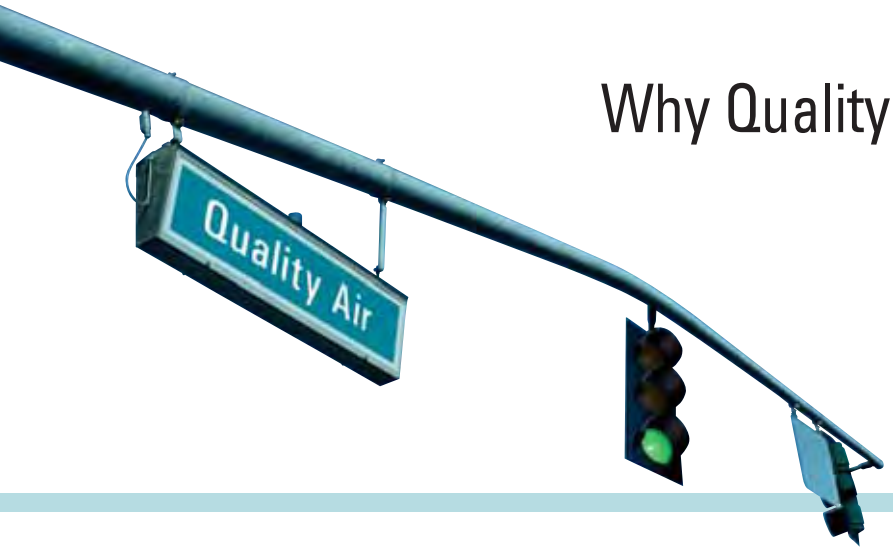
ANEXO 5. Catálogo de Secadores de Aire por Refrigeración FD

Atlas Copco Air Dryers

FD series – 50-60 Hz
Refrigeration air dryers

QUALITY
DRY AIR

Atlas Copco



Why Quality Air?

When the air that surrounds us is compressed, its vapour and particle concentration increases dramatically. The compression process causes the oil and water vapours to condense into droplets, and then mix with the high concentration of particles. The result is an abrasive oily sludge that in many cases is also acidic. Without air treatment equipment, much of this corrosive sludge will enter the air net.

Effective Quality Air equipment is an investment with a solid return: it efficiently reduces the contamination in the air that would otherwise produce corrosion in the pipework, lead to premature pneumatic equipment failure and cause product spoilage.

The high cost of low quality air

When it comes to tools, machines and instruments, poor air quality will cause more breakdowns, repairs and replacements. In addition to the remedial costs, the resulting downtime and production delays are often far more expensive than any repair.

The threat to an impeccable reputation

Where the compressed air comes in contact with the product, the stability, scrap rate and final quality of the product can be significantly affected by contamination. Aside from the costs to correct the situation, the potential damage to your product's reputation can not be underestimated.

Money disappearing into thin air

The pipe work that carries the compressed air is often forgotten when calculating the potential cost of poor quality air. Aggressive condensate will cause corrosion, leading to air leaks and a costly waste of energy.
A leak of 3 mm is roughly equivalent to an energy waste of 3.7 kW. After one year, this can add up to € 1800.

Persistent pressure on the environment

The energy waste caused by leaks and the unsafe disposal of untreated condensate will adversely affect our environment. Apart from the stringent legislation that imposes heavy fines in case of non-compliance, every waste of energy negatively influences the bottom line. Caring for the environment can be smart business !

From products to total solutions

Based on years of experience, Atlas Copco has the know-how to determine the exact requirements and to offer the right equipment from an extensive range of air treatment products. In addition to providing total solutions, Atlas Copco has built an aftermarket organisation to support your complete installation… from a local point of contact, around the globe.

From compressor to dryer and down to the last filter, Atlas Copco can be your single partner for total quality compressed air solutions.

The complete Quality Air solution

Quality Air process
=
End user satisfaction

Particles / dust

filtration

filter
PD, DD, DDp & QD

0 1 2

Water

drying

adsorption dryer
MD
(for ZR/ZT/ZE/ZA Compressors)

2 3

adsorption dryer
BD

0 1 2 3

refrigerant dryer
FD/ID

4

draining

electronic water drain
EWD

oil/water separation

OSW/OSD/OSM

Oil

filtration

adsorption dryer CD

0

filter
PD, DD & QD

0 1 2

air compression

oil-free compressors
ZH/ZR/ZT/ZE/ZA/LF/SF/LXF/H/
S/P/HX-HN/PETPACK®

oil-injected compressors
GA/GR/GX/LE/LT

Air quality classes ISO 8573-1	Dirt (solid particles)				Water		Oil
	Maximum number of particles per m³ particle diameter (d) size, µm				Max. pressure dewpoint		Max. concentration
	≤ 0.10	0.1 < d ≤ 0.5	0.5 < d ≤ 1.0	1.0 < d ≤ 5.0	°C	°F	mg/m³
0	As specified by the equipment user or supplier and more stringent than class 1						
1	*	100	1	0	-70	-94	0.01
2	*	100 000	1000	10	-40	-40	0.1
3	*	*	10000	500	-20	-4	1
4	*	*	*	1000	3	+ 37.4	5
5	*	*	*	20000	7	+ 44.6	> 5

* Not specified

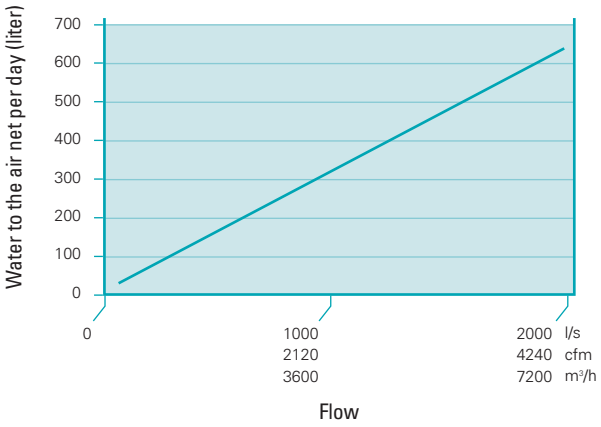
A well designed compressed air system ensures that the air quality demands of the process are closely met. With the desired ISO class as a guide, the appropriate components can be selected.
Atlas Copco offers a complete product range that never requires a customer to compromise.

FD dryers - moisture doesn't stand a chance

Moisture: an avoidable threat ?

Compressed air entering the air net is always 100% saturated with water vapour. When cooling down, this moisture will condense, causing damage to your air system… and to your finished products. The amount of water is directly proportional to the flow and although an aftercooler will eliminate 2/3 of the moisture, the remaining third can still be very destructive.

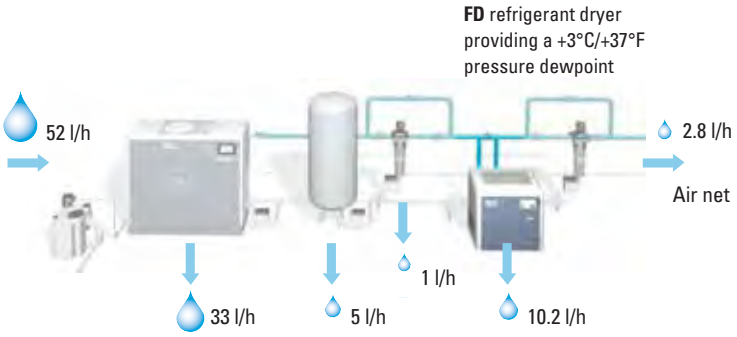
WATER TO THE AIR NET IF NO DRYER INSTALLED



FD adds dryness to the equation

Atlas Copco FD refrigerant dryers eliminate the moisture before it can cause any damage. They ensure a reliable process and impeccable end products by offering quality dry air to your compressed air system, with a pressure dewpoint of +3°C/+37°F.

WATER ENTERING AND LEAVING THE COMPRESSOR & DRYER (EXAMPLE)

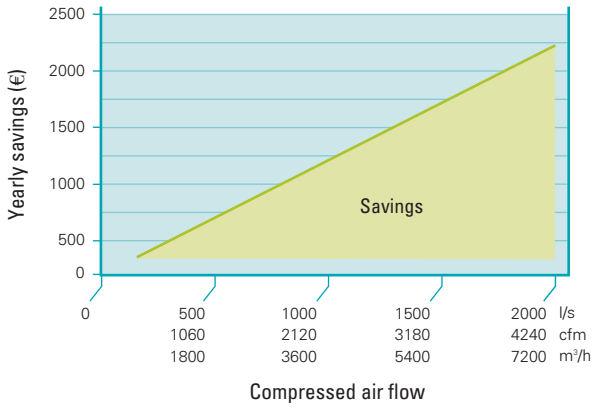


Reference conditions
Compressor flow 1050 l/s - 2226 cfm - 3780 m³/h FAD – Compressed air temp. 35 °C
Ambient air temp. 25 °C – Ambient relative humidity 60% – Pressure: 7 bar(e)

Low pressure drop, big savings

The FD dryer was designed to give the smallest possible pressure drop, approximately 0.2 bar, to ensure the lowest operating cost. Systems with a pressure drop of even a mere 0.1 bar more, add thousands of Euros annually in running costs. Using Atlas Copco Quality Air products directly results in substantial savings.

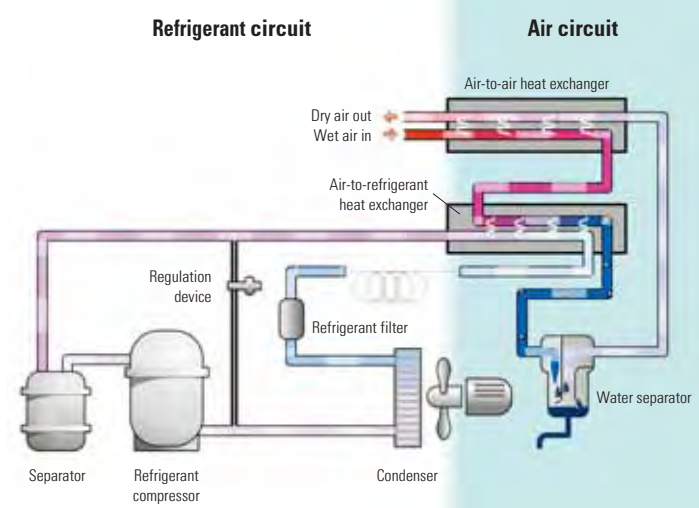
POSSIBLE SAVINGS FOR EACH 0.1 BAR (1.4 PSI) PRESSURE DROP



FD - a proven design

Refrigerant circuit

- **Refrigerant compressor**
  brings the gaseous refrigerant to a high pressure and a high temperature.
- **Condenser**
  cools the refrigerant slightly so that it changes from gas to liquid; refrigerant is more effective in the liquid state.
- **Refrigerant filter**
  protects the expansion device from harmful particles.
- **Expansion device**
  reduces the refrigerant's pressure, thereby lowering its temperature and increasing its cooling capacity; the refrigerant is now almost all liquid, with some residual gas.
- **Separator**
  ensures that only refrigerant gas can enter the compressor, as liquid would cause damage.
- **Regulation device**
  the hot gas bypass or automatic expansion valve regulates the amount of refrigerant passing through the air-to-refrigerant heat exchanger, ensuring a stable pressure dewpoint.



FD280 REFRIGERANT DRYER

Air circuit

- **Air inlet**
  hot saturated air enters the dryer and is cooled by the outgoing air via the air-to-air heat exchanger. Reducing the temperature of the inlet air reduces the load on the refrigerant circuit.
- **Air outlet**
  re-heats the outgoing air to prevent condensation on the factory's pipework.
- **Air-to-refrigerant heat exchanger**
  transfers heat from the compressed air to the cold refrigerant, forcing water vapour in the compressed air to condense. The more effective the heat transfer, the cooler the air becomes and the more water vapour condenses.
- **Water separator**
  collects and drains off condensate from the cooled air flow. The more efficient the separation the better the pressure dewpoint, as droplets which are not collected revapourise and degrade the pressure dewpoint.

FD - cost effective and reliable drying performance

Minimal energy consumption - lowest running cost

- *low pressure drop reduces compressor running costs*
- *high efficiency fan motors*
- *aluminium heat exchanger with highest possible heat transfer*
- *VSD models' energy consumption proportional to water load*
- *Electronic no loss drain eliminates compressed air losses**

First class performance, first class air quality

- *oversized compressor & condenser provide extra capacity*
- *assured and stable pressure dewpoint*
- *innovative heat exchanger enables excellent air cooling*
- *high efficiency water separation ensures low pressure dewpoint*
- *air heated on exit to avoid pipe work condensation*

Reliable performance in difficult conditions

- *oversized refrigerant circuit guarantees low pressure dewpoint*
- *water separator remains efficient at higher loads*

User friendliness

- *simple control panel*
- *minimal routine maintenance*
- *pressure dewpoint remote alarm signals - standard & optional*

Minimal maintenance downtime

- *long service intervals*
- *few component replacements*
- *ergonomic design for fast removal & refit of components*

Environment conscious

- *low energy consumption*
- *compliant to the strictest environmental regulations*
- *CFC free refrigerants*
  - *FD7-95: R134a*
  - *FD110-2000: R404a*

Features & options	FD5-25	FD35-280	FD300-1600	FD750/1000/1600/ 2000 VSD/FS*
Electronic hot gas bypass	-	-	-	Std
Hot gas bypass	Std	Std	-	-
Automatic expansion valve	-	-	Std	-
Air-to-air heat exchanger	Std	Std	Std	Std
Elektronikon® control	-	-	-	Std
Digital pressure dewpoint readout	Std	Optional	Optional	Std
Analogue pressure dewpoint readout	-	Std	Std	-
SMART pressure dewpoint alarm	Std	-	-	-
Pressure dewpoint alarm	-	Optional	Optional	Std
Voltage-free contacts for remote alarm signal	Std	Optional	Optional	Std
Control panel protection to IP54	Std	Optional	Optional	Std
Integrated electronic no loss drain	Std	Optional	Optional	Std
Anchor pads	Optional	Optional	Optional	Optional
Integrated filters to give class 1 protection	Optional	-	-	-
Integrated filter to give class 2 protection	Optional	-	-	-
Integrated OSD oil/water condensate separator	Optional	-	-	-

* FS: Fixed Speed – VSD: Variable Speed Drive

Excellence by design

- First rate air quality –
  a stable pressure dewpoint of +3°C / +37°F
- Reduced energy costs through low pressure drop
  and efficient heat exchanger
- Designed and tested for operation
  in harsh climates
- Operating reliability through quality
  components and manufacturing
- Minimal maintenance cost and downtime due
  to service friendly design
- Environmentally friendly refrigerants –
  compliant with all international regulations
- Small footprint and forklift slots for fast
  and simple installation
- Operator friendly through a simple,
  comprehensive control panel
- Complete range to match all application
  and ambient requirements;
  air and water cooled versions
- Available as an integrated dryer with
  Full Feature compressor models

Save 25% or more on your energy bill

FD VSD

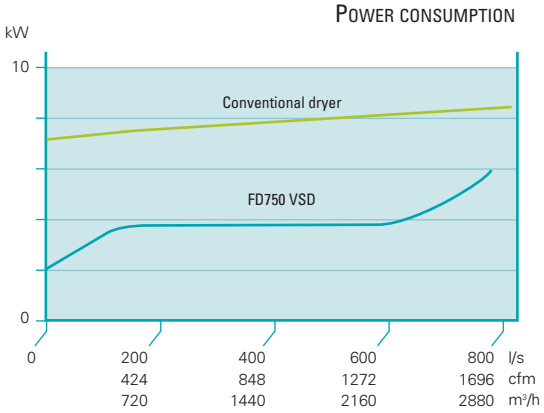
FD750 VSD - FD1000 VSD - FD1600 VSD - FD2000 VSD

Variable load, variable energy = maximum savings

The VSD (Variable Speed Drive) controlled FD refrigerant compressor exactly matches the energy input to the need defined by the water load to the dryer. When the water load decreases, so will the speed of the refrigerant compressor… and the energy consumption of the FD dryer. Energy will no longer be wasted, which results typically in more than 25% savings when compared to conventional dryers.

η-drive

POWER CONSUMPTION



Technical data

FD refrigerant dryer range - 50 Hz

FD	Air flow at outlet with a PDP of +3 °C / 36 °F		Pressure drop		Maximum working pressure		Electrical supply	Dimensions						Weight		Compressed air connections
								A		B		C				
Type	l/s	cfm	bar	psi	bar	psi		mm	in	mm	in	mm	in	kg	lb	
FD5 (A)	6	13	0.09	1.31	14.5	210	110-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	45	99	R 3/4
FD10 (A)	10	21	0.09	1.31	14.5	210	110-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	45	99	R 3/4
FD15 (A)	15	32	0.20	2.90	14.5	210	110-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	45	99	R 3/4
FD20 (A)	19	40	0.23	3.34	14.5	210	110-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	46	101	R 3/4
FD25 (A)	24	51	0.24	3.48	14.5	210	110-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	47	104	R 3/4
FD35 (A)	33	70	0.10	1.45	13	189	230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	74	163	R1
FD45 (A)	45	95	0.15	2.18	13	189	230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	74	163	R1
FD65 (A)	63	134	0.14	2.03	13	189	230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	89	196	R1 1/2
FD95 (A)	93	197	0.26	3.77	13	189	230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	90	198	R1 1/2
FD110 (A)	110	233	0.15	2.18	13	189	230V	877	34.5	696	27.4	810	31.9	122	269	R1 1/2
FD130 (A)	130	276	0.21	3.05	13	189	230V	877	34.5	696	27.4	810	31.9	122	269	R1 1/2
FD170 (A)	170	360	0.19	2.76	13	189	230V	973	38.3	804	31.7	820	32.3	155	342	R2 1/2
FD230 (A)	230	488	0.19	2.76	13	189	230V	973	38.3	804	31.7	820	32.3	167	368	R2 1/2
FD280 (A/W)	280	594	0.24	3.48	13	189	230-415V/3	985	38.8	850	33.5	920	36.2	185	408	R3
FD300 (A/W)	314	666	0.15	2.18	14.5	210	230-415V/3	1227	48.3	937	36.9	1125	44.3	265	584	R3
FD380 (A/W)	380	806	0.09	1.31	14.5	210	230-415V/3	1227	48.3	937	36.9	1125	44.3	305	673	R3
FD450 (A/W)	450	954	0.15	2.18	14.5	210	230-415V/3	1227	48.3	937	36.9	1125	44.3	315	695	R3
FD560 (A/W)	585	1240	0.21	3.05	14.5	210	230-415V/3	1491	58.7	911	35.9	1011	39.8	350	772	DN100
FD700 (A/W)	725	1537	0.23	3.34	14.5	210	230-500V/3	1633	64.3	1220	48.0	1234	48.6	440	970	DN100
FD750VSD/FS (A)	750	1590	0.29	4.21	13	189	380-460V/3	1750	68.9	1070	42.1	1500	59.1	450	992	DN100
FD850 (A/W)	850	1802	0.16	2.32	10.5	152	230-500V/3	1656	65.2	1481	58.3	1414	55.7	750	1654	DN150
FD950 (A/W)	942	1997	0.19	2.76	10.5	152	230-500V/3	1656	65.2	1481	58.3	1414	55.7	750	1654	DN150
FD1000 VSD/FS (A/W)	1000	2120	0.17	2.47	13	189	380-460V/3	1500	59.1	970	38.2	1800	70.9	500	1103	DN150
FD1200 (W)	1150	2438	0.24	3.48	10.5	152	230-500V/3	1540	60.6	1481	58.3	1414	55.7	750	1654	DN150
FD1600 (W)	1663	3526	0.22	3.19	10.5	152	230-500V/3	1887	74.3	1500	59.1	1673	65.9	1150	2536	DN150
FD1600 VSD/FS (A/W)	1600	3392	0.14	2.03	11	159	380-460V/3	2800	110.0	1350	53.1	1900	74.8	1000	2206	DN200
FD2000 VSD/FS (A/W)	2000	4240	0.20	2.90	11	159	380-460V/3	2150	84.6	1380	54.3	1880	74.0	1200	2645	DN200

Reference conditions

Air inlet temperature :	35 °C / 95 °F
Ambient temperature :	25 °C / 77 °F
Working pressure :	7 bar(e) / 102 psig
Max. inlet temperature :	
FD5-25	60 °C / 140 °F
FD35-2000	55 °C / 131 °F
Max. ambient temperature :	
FD5-25	50 °C / 122 °F
FD35-2000	45 °C / 113 °F

20 bar(e)/290 psig version available

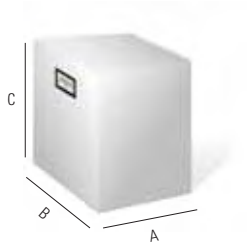
(A) Air cooled version

(A/W) Air and water cooled versions

(W) Water cooled version

VSD Variable Speed Drive

FS Fixed Speed



For other compressed air inlet temperatures and pressure dewpoint temperatures, multiply the dryer air flow by the following factors K_1 :

FD 5-230	Pressure dewpoint temperature					
Inlet temperature	3 °C	5 °C	7 °C	10 °C	15 °C	18 °C
25 °C	1.00	1.20	1.41	1.72	2.20	2.46
30 °C	1.00	1.17	1.32	1.54	1.96	2.25
35 °C	1.00	1.15	1.25	1.38	1.74	2.00
40 °C	0.98	1.08	1.14	1.28	1.54	1.76
45 °C	0.85	0.92	1.00	1.09	1.37	1.53
50 °C	0.70	0.75	0.80	0.92	1.15	1.33
55 °C	0.57	0.60	0.65	0.75	0.94	1.12

FD 280-2000	Pressure dewpoint temperature			
Inlet temperature	3 °C	5 °C	7 °C	10 °C
25 °C	1.00	1.20	1.41	1.72
30 °C	1.00	1.17	1.32	1.54
35 °C	1.00	1.15	1.25	1.38
40 °C	0.85	0.95	1.05	1.15
45 °C	0.72	0.79	0.85	1.00
50 °C	0.60	0.67	0.74	0.86
55 °C	0.49	0.56	0.62	0.70

For other compressed air inlet pressures, multiply the dryer air flow by the following factors K_2 :

bar(e)	4	6	7	8	10	12	15	20
	0.80	0.95	1.00	1.05	1.15	1.25	1.35	1.45

For other cooling medium temperatures, multiply the dryer air flow by the following factors K_3 :

°C	25	30	35	40	45
	1.00	0.95	0.88	0.81	0.74

Example:

What is the inlet capacity for an FD45 at the following conditions :

Inlet temp. : 45 °C - Pressure dewpoint : 10 °C - Inlet pressure : 10 bar(e) - Ambient temp. : 35 °C

Retrieve the correction factors from the tables :

K_1 = 1.09 / K_2 = 1.15 / K_3 = 0.88 / $Q_{nominal}$ for FD45 = 45 l/s at reference conditions

Q_{actual} = K_1 x K_2 x K_3 x $Q_{nominal}$

= 1.09 x 1.15 x 0.88 x 45 l/s

= 49.6 l/s

Technical data

FD refrigerant dryer range - 60 Hz

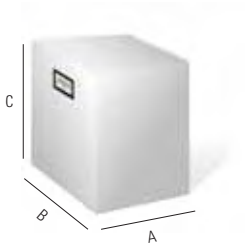
FD	Air flow at outlet with a PDP of 39 °F / 4 °C		Pressure drop		Maximum working pressure		Electrical supply	Dimensions						Weight		Compressed air connections
								A		B		C				
Type	l/s	cfm	bar	psi	bar	psi		mm	in	mm	in	mm	in	kg	lb	
FD5 (A)	6	13	0.09	1.31	14.4	210	115-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	43	95	NPT 3/4
FD10 (A)	10	21	0.09	1.31	14.5	210	115-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	45	99	NPT 3/4
FD15 (A)	15	32	0.20	2.90	14.5	210	115-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	48	106	NPT 3/4
FD20 (A)	19	40	0.23	3.34	14.5	210	115-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	50	110	NPT 3/4
FD25 (A)	24	51	0.24	3.48	14.5	210	115-230V	558	22.0	515	20.3	582	22.9	52	115	NPT 3/4
FD35 (A)	33	70	0.10	1.45	13	189	200-230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	74	163	NPT 1
FD45 (A)	43	91	0.13	1.89	13	189	200-230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	74	163	NPT 1
FD65 (A)	63	134	0.14	2.03	13	189	200-230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	89	196	NPT 1 1/2
FD95 (A)	93	197	0.26	3.77	13	189	200-230V	469	18.5	657	25.9	919	36.2	90	198	NPT 1 1/2
FD110 (A)	113	240	0.15	2.18	13	189	200-230V	877	34.5	696	27.4	810	31.9	122	269	R 1 1/2
FD130 (A)	135	286	0.21	3.05	13	189	200-230V	877	34.5	696	27.4	810	31.9	122	269	R 1 1/2
FD170 (A)	175	371	0.25	3.63	13	189	230-575V/3	973	38.3	804	31.7	820	32.3	155	342	R 2 1/2
FD230 (A)	235	498	0.22	3.19	13	189	230-575V/3	973	38.3	804	31.7	820	32.3	167	368	R 2 1/2
FD280 (A/W)	265	562	0.22	3.19	13	189	230-440V/3	985	38.8	850	33.5	920	36.2	185	408	R3
FD300 (A/W)	314	666	0.09	1.31	14.5	210	230-440V/3	1227	48.3	937	36.9	1125	44.3	305	673	R3
FD380 (A/W)	380	806	0.15	2.18	14.5	210	230-440V/3	1227	48.3	937	36.9	1125	44.3	315	695	R3
FD450 (A/W)	450	954	0.21	3.05	14.5	210	230-440V/3	1491	58.7	911	35.9	1011	39.8	350	772	R3
FD700 (A/W)	705	1495	0.21	3.05	14.5	210	230-575V/3	1663	65.5	1220	48.0	1234	48.6	440	970	DN100
FD750 VSD/FS (A)	750	1590	0.29	4.21	13	189	400-460V/3	1750	68.9	1070	42.1	1500	59.1	450	992	DN100
FD850 (A/W)	850	1802	0.16	2.32	10.5	152	230-575V/3	1656	65.2	1481	58.3	1414	55.7	750	1654	DN150
FD1000 VSD/FS (A/W)	1000	2120	0.17	2.47	13	189	400-460V/3	1500	59.1	970	38.2	1800	70.9	500	1103	DN150
FD1200 (W)	1150	2438	0.18	2.61	10.5	152	230-575V/3	1540	60.6	1481	58.3	1414	55.7	750	1654	DN150
FD1600 (W)	1663	3526	0.23	3.34	10.5	152	230-575V/3	1887	74.3	1500	59.1	1673	65.9	1150	2536	DN150
FD1600 VSD/FS (A/W)	1600	3392	0.14	2.03	11	159	380-460V/3	2800	110.0	1350	53.1	1900	74.8	1000	2206	DN200
FD2000 VSD/FS (A/W)	2000	4240	0.20	2.90	11	159	380-460V/3	2150	84.6	1380	54.3	1880	74.0	1200	2645	DN200

Reference conditions

Air inlet temperature :	100 °F / 38 °C
Ambient temperature :	100 °F / 38 °C
Working pressure :	102 psig / 7 bar(e)
Max. inlet temperature :	
FD5-25	140 °F / 60 °C
FD35-2000	131 °F / 55 °C
Max. ambient temperature :	
FD5-25	122 °F / 50 °C
FD35-2000	113 °F / 45 °C

290 psi(g)/20 bar(g) version available
CSA/UL variants supplied with NPT thread
CSA/UL variants supplied with ANSI flange

(A) Air cooled version
(A/W) Air and water cooled versions
(W) Water cooled version
VSD Variable Speed Drive
FS Fixed Speed



For other compressed air inlet temperatures and pressure dewpoint temperatures, multiply the dryer air flow by the following factors **K_1** :

FD 5-230	Pressure dewpoint temperature				
Inlet temperature	39 °F	45 °F	50 °F	59 °F	64 °F
86 °F	1.09	1.30	1.55	1.85	2.10
95 °F	1.03	1.22	1.40	1.63	1.83
100 °F	1.00	1.15	1.30	1.49	1.66
113 °F	0.91	1.02	1.11	1.21	1.30
122 °F	0.76	0.83	0.93	1.06	1.12
131 °F	0.61	0.68	0.75	0.87	0.95

FD 280-2000	Pressure dewpoint temperature		
Inlet temperature	39 °F	45 °F	50 °F
86 °F	1.09	1.30	1.55
95 °F	1.03	1.22	1.40
100 °F	1.00	1.15	1.30
113 °F	0.80	0.96	1.07
122 °F	0.66	0.76	0.84
131 °F	0.54	0.63	0.69

For other compressed air inlet pressures, multiply the dryer air flow by the following factors **K_2** :

psig	58	87	102	116	145	174	218	290
	0.80	0.95	1.00	1.05	1.15	1.25	1.35	1.45

For other cooling medium temperatures, multiply the dryer air flow by the following factors **K_3** :

°F	77	86	95	100	113
	1.10	1.06	1.02	1.00	0.93

Example:
What is the inlet capacity for an FD45 at the following conditions :
Inlet temp. : 113 °F - Pressure dewpoint : 50 °F - Inlet pressure : 145 psi(e) - Ambient temp. : 95 °F

Retrieve the correction factors from the tables :
K_1 = 1.11 / **K_2** = 1.15 / **K_3** = 1.02 / $Q_{nominal}$ for FD45 = 95 cfm at reference conditions

Q_{actual} = **K_1** x **K_2** x **K_3** x $Q_{nominal}$
= 1.11 x 1.15 x 1.02 x 95 cfm
= 123.7 cfm

The face of innovation

What sets Atlas Copco apart as a company is our conviction that we can only excel in what we do if we provide the best possible know-how and technology to really help our customers produce, grow and succeed.

There is a unique way of achieving that - we simply call it the Atlas Copco way. It builds on **interaction**, on long-term relationships and involvement in the customers' process, needs and objectives. It means having the flexibility to adapt to the diverse demands of the people we cater for.

It's the **commitment** to our customers' business that drives our effort towards increasing their productivity through better solutions. It starts with fully supporting existing products and continuously doing things better, but it goes much further, creating advances in technology through **innovation.**
Not for the sake of technology, but for the sake of our customer's bottom line and peace-of-mind.

That is how Atlas Copco will strive to remain the first choice, to succeed in attracting new business and to maintain our position as the industry leader.

Never use compressed air as breathing air without prior purification in accordance with local legislation and standards.

Service competence
Atlas Copco is committed to provide the levels of after-sales care that you require. Our highly trained engineers offer the best possible support and assistance in operating your equipment with the most modern diagnostic tools available.

Global capability
Global capability with local presence means that we can respond rapidly to any situation anywhere in the world. Our world class logistics ensures timely delivery of our range of guaranteed quality spare parts.

ISO 9001
From design to production and delivery of compressors, Atlas Copco adheres to the ISO 9001 management system.

ISO 14001
Atlas Copco's Environmental Management System forms an integral part of each business.

2935 0453 12 - Printed in Belgium - Subject to alterations without prior notice

Atlas Copco

www.atlascopco.com

ANEXO 6. Catálogo de Filtros de Aire Atlas Copco

Atlas Copco Filtros de aire comprimido

Serie DD/DDp/PD/PDp/QD y modelos de alta presión

EL FILTRO ADECUADO
PARA SU APLICACIÓN

Atlas Copco

¿Por Qué Aire De Calidad?

El alto coste del aire de baja calidad

Cuando el aire que nos circunda se comprime, su contenido de aceite y agua se condensa formando pequeñas gotas que se mezclan con la gran concentración de partículas. El resultado es un lodo abrasivo, que a menudo es ácido y aceitoso y que puede dañar la red de aire comprimido, la maquinaria conectada y la calidad del producto final. Los resultados son: mayor número de averías y más tiempo de parada, problemas de producción y una amenaza potencial para la reputación de sus productos y el medio ambiente.

Un alto retorno con una filtración inteligente

Atlas Copco ha desarrollado la serie perfecta de filtros para reducir toda clase de contaminación en cualquier proceso. Diseñados para conseguir la máxima eliminación de contaminantes con una mínima caída de presión, los filtros Atlas Copco ofrecen importantes ahorros de energía en el sistema de aire comprimido. Además, una filtración inteligente elimina los tiempos de parada innecesarios.

Solución total para un aire de calidad

Los filtros Atlas Copco forman parte de una amplia gama de productos para el tratamiento del aire comprimido. Podemos ofrecer una solución completa para obtener un aire de calidad, para cualquier aplicación o requisito dados, con la garantía del líder de la industria. Un proveedor, una responsabilidad, un nivel de calidad siempre alto.

Grados de calidad

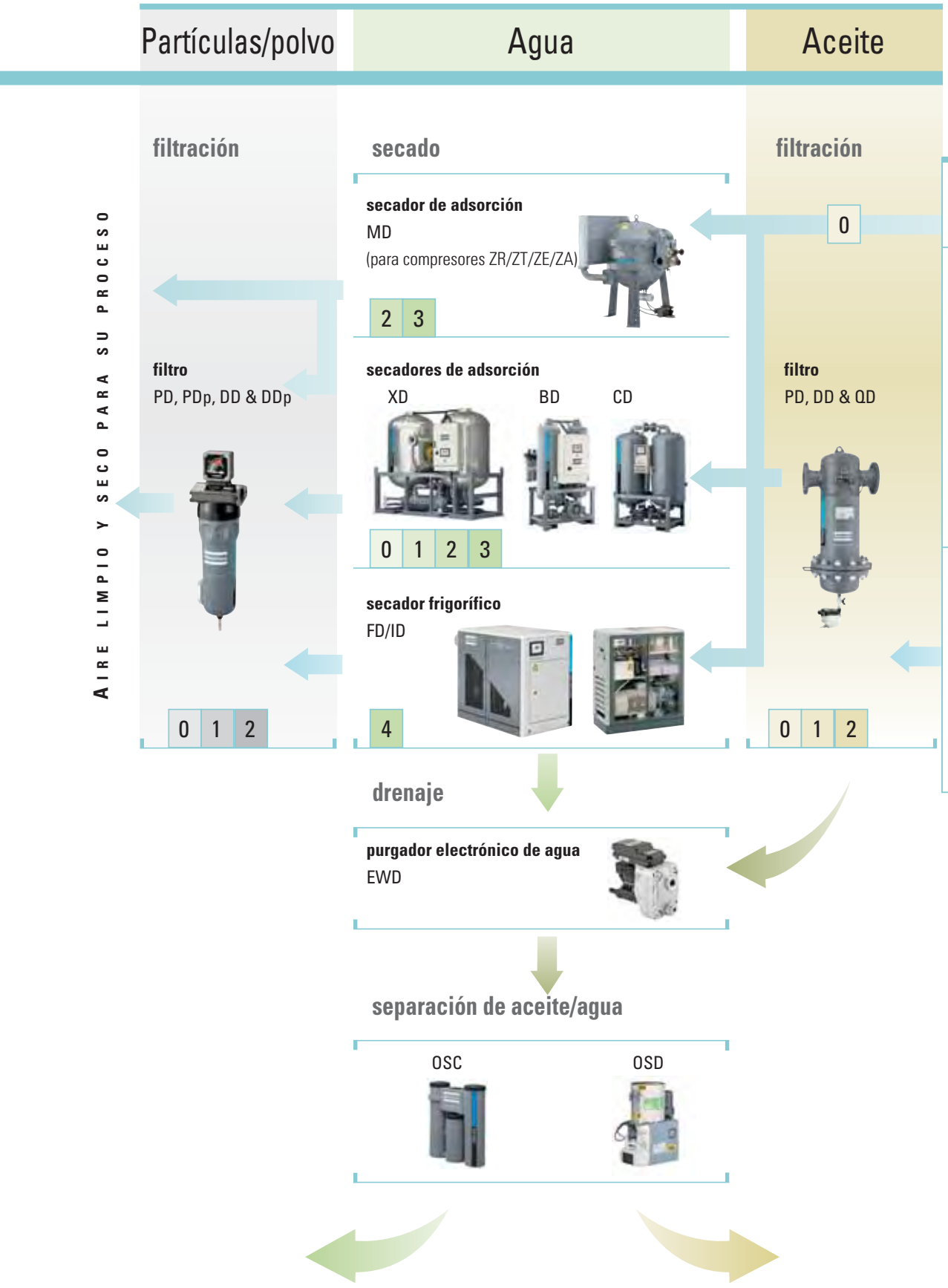
La calidad tiene un significado distinto para cada persona. Por ello, la Organización Internacional de Normas (ISO) ha definido claramente seis clases que cuantifican la calidad del aire comprimido. La norma ISO 8573-1 ofrece un método inequívoco para definir los requisitos de calidad del aire en un sistema neumático.

Grados de calidad del aire ISO 8573-1	Suciedad (partículas sólidas)				Agua		Aceite
	Máximo número de partículas por m³ diámetro (d) de partícula, µm				Punto rocío a presión máx.		Máx.. concentración
	≤ 0,10	0,1 < d ≤ 0,5	0,5 < d ≤ 1,0	1,0 < d ≤ 5,0	°C	°F	mg/m³
0	Según especificación del usuario o proveedor del equipo y más riguroso que la clase 1						
1	*	100	1	0	-70	-94	0,01
2	*	100 000	1000	10	-40	-40	0,1
3	*	*	10000	500	-20	-4	1
4	*	*	*	1000	3	+ 37,4	5
5	*	*	*	20000	7	+ 44,6	> 5

* No especificado

Un sistema de aire comprimido bien diseñado garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad del aire del proceso. Con la clase ISO requerida como guía, es posible seleccionar los componentes apropiados.
Atlas Copco ofrece a sus clientes una gama completa de productos para cubrir cualquier necesidad.

La solución completa Quality Air



Una gama completa de filtros para proteger sus equipos y su proceso de partículas y aceite

Filtros Atlas Copco: un sistema conjuntado y económico

Funcionamiento fiable

- *tratamiento superficial anodizado de la carcasa interior y exterior del filtro*
- *estructura de soporte del cartucho filtrante en acero inoxidable*
- *doble anillo tórico y tapas selladas en el cartucho para evitar fugas de aire sin filtrar*
- *la mayor eliminación de contaminantes mediante una filtración triple*

Sencillez de instalación

- *tamaño compacto, espacio de instalación mínimo*
- *requisito de espacio libre mínimo para cambiar el cartucho filtrante*

Fácil supervisión, funcionamiento seguro

- *mirilla para comprobación ocular*
- *manómetro de presión diferencial o indicador de cambio del cartucho filtrante*
- *alarma acústica, evita el desmontaje del filtro con presión*
- *válvula de drenaje para despresurización manual*

Mantenimiento sencillo

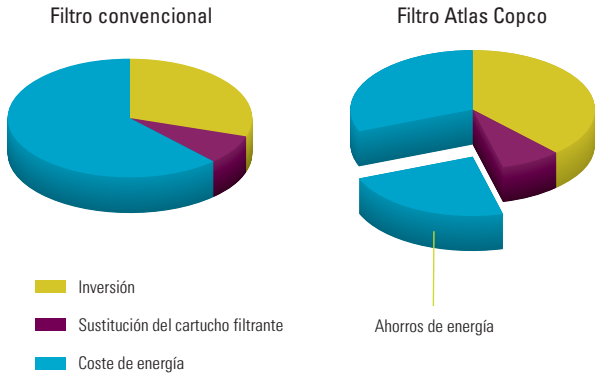
- *fácil acceso para un cambio rápido del cartucho filtrante*
- *cartucho de filtro fiable y fácil de instalar*

Funcionamiento económico

Una baja caída de presión que proporciona unos grandes ahorros de energía

- *Una baja caída de presión puede tener un significado diferente para distintas personas y aplicaciones. Por consiguiente, la caída de presión debe evaluarse por su coste energético.*

AHORROS EN UN AÑO DE OPERACIÓN



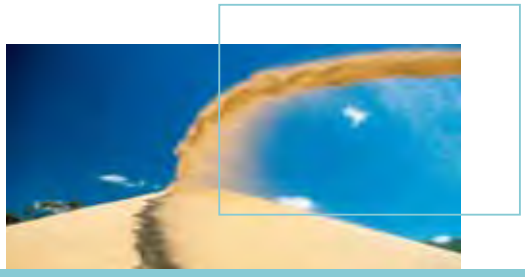
Gama de filtros para cualquier aplicación

Tipo	propósito / principio	eliminación de aceite	eliminación de partículas
DD	filtro coalescente para protección general	0,1 ppm	1 µm
DDp	filtros de protección contra el polvo	-	1 µm
PD	filtro coalescente de alta eficiencia	0,01 ppm	0,01 µm
PDp	filtros de alto rendimiento para protección contra el polvo	-	0,01 µm
QD	filtros de carbón activado para eliminar vapores de aceite y olores (hidrocarburos)	0,003 ppm	-

La selección del filtro adecuado evitará problemas de contaminación en su sistema de aire comprimido, productos y procesos. Los filtros de aire Atlas Copco eliminarán eficazmente las partículas y el aceite no deseados con una mínima caída de presión.

Válvula de drenaje electrónica capacitiva EWD, estándar para todos los filtros embridados 520F - 7200F

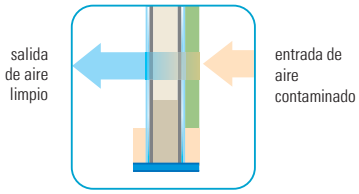
Filtración eficaz



Manómetro de presión diferencial en tamaños 44 y superiores (Indicador de presión en tamaños hasta 32)
Alarma audible en tamaños 9 a 520
Mirilla estándar en tamaños 9 a 520
Purgador manual en los filtros QD, DDp y PDp
Purgador automático en los filtros DD y PD

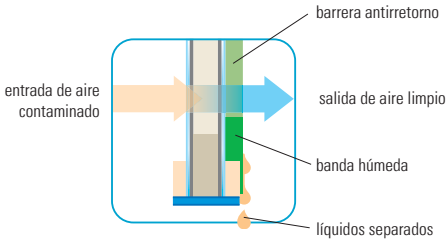
Doble junta tórica
100% libres de silicona
Una gran superficie de filtrado para conseguir una baja caída de presión y una larga vida útil del cartucho
Cartucho de alta eficiencia

Filtración de partículas



Las partículas de polvo entran en el cartucho desde el exterior. Las partículas se pueden drenar fácilmente a través de la válvula inferior.

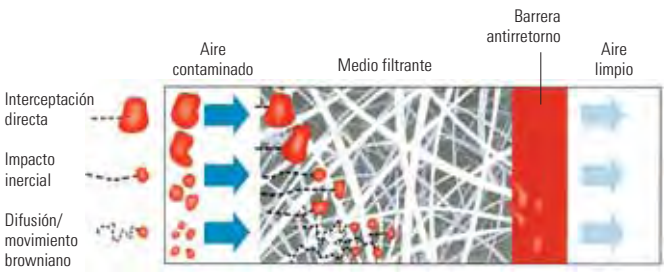
Filtración de aceite



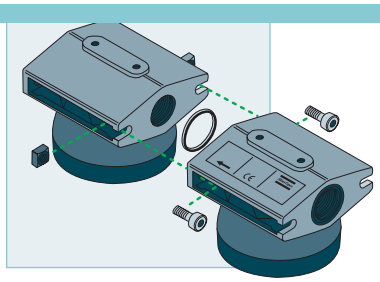
El aire entra en el cartucho desde el interior. Los aerosoles de aceite se concentran formando pequeñas gotas en el papel filtrante. Estas gotas se recogen después en la espuma filtrante exterior.

PRINCIPIO DE FILTRACIÓN

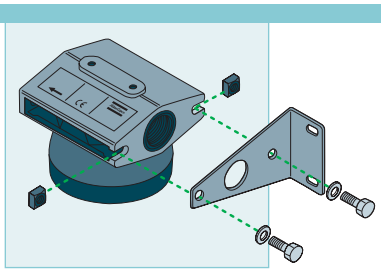
Para una filtración óptima, los filtros Atlas Copco emplean un sistema de triple filtración: interceptación directa, impacto inercial y difusión.



Accesorios y opciones



Juego de conexión para filtros
facilita la conexión en serie de varios filtros (tamaños 9-520)



Juego para montaje mural
simplifica la instalación sobre cualquier superficie vertical (tamaños 9-520)

Acoplamiento rápido
para facilitar la conexión al colector de drenaje o al separador de aceite-agua (tamaños 9-520)

Lectura 4-20mA
señal analógica externa proporcional al ΔP generado sobre el filtro

Contacto libre de potencial
montado en el manómetro diferencial, proporciona una señal externa que indica cuándo hay que sustituir el cartucho filtrante.

Purgador electrónico EWD
- sin pérdida de aire comprimido
- función de alarma

(EWD opcional en tamaños 9-520)
(EWD estándar en tamaños ≥ 520F)

Instalaciones típicas

Calidad del aire	Aire limpio y seco de alta calidad	Aire limpio y sin olores de alta calidad	Aire extremadamente limpio y seco de calidad	Aire extremadamente seco y sin olores de alta calidad
Equipo requerido	**DD FD PD** secador frigorífico	**DD FD PD+QD** secador frigorífico	**DD+PD CD/BD DDp+PDp** secador de adsorción	**PD CD/BD DDp+QD** secador de adsorción

Datos técnicos

Filtros de aire DD, DDp, PD, PDp, QD y modelos de alta presión

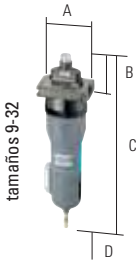
	Tamaño de filtro	Capacidad nominal [1]		Capacidad máxima [2]		Conexiones G o NPT	Dimensiones						Espacio libre para cambiar el cartucho		Peso	
							A		B		C		D			
	DD, DDp, PD, PDp, QD	l/s	cfm	l/s	cfm		mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg	lbs
CONEXIÓN ROSCADA	9	9	19	11	23	3/8	90	3,54	61	2,40	268	10,55	75	2,95	1	2,2
	17	17	36	21	45	1/2	90	3,54	61	2,40	268	10,55	75	2,95	1,1	2,4
	32	32	68	40	85	1/2	90	3,54	61	2,40	323	12,72	75	2,95	1,3	2,9
	44	44	93	55	117	3/4 & 1	110	4,33	98.5	3,88	374	14,72	75	2,95	1,9	4,2
	60	60	127	75	159	1	110	4,33	98.5	3,88	414	16,30	75	2,95	2,1	4,6
	120	120	254	150	318	1-1/2	140	5,51	105	4,13	520	20,47	100	3,94	4,2	9,3
	150	150	318	188	399	1-1/2	140	5,51	105	4,13	603	23,74	100	3,94	4,5	9,9
	175	175	371	219	464	1-1/2	140	5,51	105	4,13	603	23,74	100	3,94	4,6	10,1
	280	280	594	350	742	2 & 2-1/2	179	7,05	121	4,76	689	27,13	150	5,91	6,9	15,2
	390	390	827	488	1035	3	210	8,27	128	5,04	791	31,14	200	7,87	11	24,2
	520	520	1102	650	1378	3	210	8,27	128	5,04	961	37,83	200	7,87	12,6	27,8
CONEXIÓN CON BRIDA	520F	520	1102	650	1378	DN80	330	12,99	189	7,44	1292	50,87	728	28,66	71	156,5
	780F	780	1654	975	2067	DN100	460	18,11	228	8,98	1320	51,97	686	27,01	127	280,0
	1050F	1050	2226	1313	2784	DN100	460	18,11	228	8,98	1320	51,97	686	27,01	128	282,0
	1400F	1400	2968	1750	3710	DN150	550	21,65	287	11,30	1464	57,64	672	26,46	189	416,7
	1800F	1800	3816	2250	4770	DN150	570	22,44	282	11,10	1467	57,76	681	26,81	210	463,0
	2100F	2100	4452	2625	5565	DN150	620	24,41	291	11,46	1499	59,02	676	26,61	251	553,4
	2700F	2700	5724	3375	7155	DN200	740	29,13	352	13,86	1634	64,33	692	27,24	328	723,1
	3150F	3150	6678	3938	8349	DN200	740	29,13	352	13,86	1634	64,33	692	27,24	329	725,3
	4800F [3]	4800	10176	6000	12720	DN250	740	29,13	410	16,14	1662	65,43	800	31,50	507	1118,0
	7200F [3]	7200	15256	9000	19080	DN300	1000	39,37	485	19,09	1755	69,09	850	33,46	675	1488,0

(1) Presión nominal : 7 bar(e) / 102 psi(e); temperatura 20 °C
(2) Máxima presión : 16 bar(e) / 232 psi(e)
(3) Sólo DD/PD

Máxima temperatura del aire de entrada
DD/DDp/PD/PDp : 66 °C (150 °F)
QD : 35 °C (95 °F)

20 bar - filtros de alta presión

Tamaño de filtro	Capacidad de entrada		Máx. presión de entrada		Conexiones G o NPT	Dimensiones				Espacio libre para cambiar el cartucho		Peso	
						A		C		D			
DDH, DDpH, PDH, PDpH, QDH	l/s	cfm	bar(e)	psi(e)		mm	pulg	mm	pulg	mm	pulg	kg	lbs
14	14	30	20	290	3/8	90	3,54	268	10,55	75	2,95	1	2,2
27	27	57	20	290	3/8	90	3,54	268	10,55	75	2,95	1,1	2,4
50	50	106	20	290	1/2	90	3,54	323	12,72	75	2,95	1,3	2,9
70	70	148	20	290	3/4	110	4,33	374	14,72	75	2,95	1,9	4,2
95	95	201	20	290	3/4	110	4,33	414	16,30	75	2,95	2,1	4,6
185	185	392	20	290	1-1/2	140	5,51	520	20,47	100	3,94	4,2	9,3
240	240	509	20	290	1-1/2	140	5,51	603	23,74	100	3,94	4,5	9,9
275	275	583	20	290	1-1/2	140	5,51	603	23,74	100	3,94	4,6	10,1
445	445	943	20	290	2	179	7,05	689	27,13	150	5,91	6,9	15,2



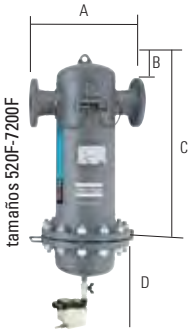
Caída de presión

	DD	DDp	PD	PDp	QD
Caída de presión inicial a capacidad nominal (seco)	0,05	0,05	0,08	0,08	0,07
Caída de presión inicial a capacidad nominal (húmedo)	0,12	NA	0,2	NA	NA

Para otras presiones de entrada del aire comprimido, multiplicar la capacidad del filtro por los siguientes factores de corrección

Presión de entrada	**bar**	2	4	6	7	8	10	12	14	16
Presión de entrada	**psi**	29	58	87	102	116	145	174	203	232
Factor de corrección		0,53	0,75	0,92	1	1,06	1,2	1,31	1,41	1,5

NA: no aplicable



La cara de la innovación

Atlas Copco se distingue como empresa por nuestra convicción de que sólo podremos destacar en lo que hacemos si ofrecemos la mejor experiencia tecnológica posible para ayudar realmente a nuestros clientes a producir, crecer y triunfar.

Sólo hay una forma de conseguirlo – nosotros lo llamamos simplemente el Estilo Atlas Copco. Se basa en la **interacción**, las relaciones a largo plazo y la participación en los procesos, necesidades y objetivos de los clientes. Significa que debemos ser flexibles para adaptarnos a los variados requisitos de las personas que confían en nosotros.

El **compromiso** con el negocio de nuestros clientes dirige nuestro esfuerzo para aumentar su productividad mediante mejores soluciones. Pero no nos detenemos aquí, concebimos y realizamos avances tecnológicos a través de la **innovación**. No por simple amor a la tecnología, sino pensando en los resultados y en la tranquilidad de nuestros clientes.

Así es como Atlas Copco se esforzará por seguir siendo la primera elección, atraer nuevos negocios y mantener nuestra posición como líder de la industria.

ISO 9001
Nuestra calidad constante nos ha otorgado el liderazgo de la industria y la confianza de nuestros clientes.

ISO 14001
El Sistema de Gestión Ambiental de Atlas Copco forma parte integral de cada proceso productivo.

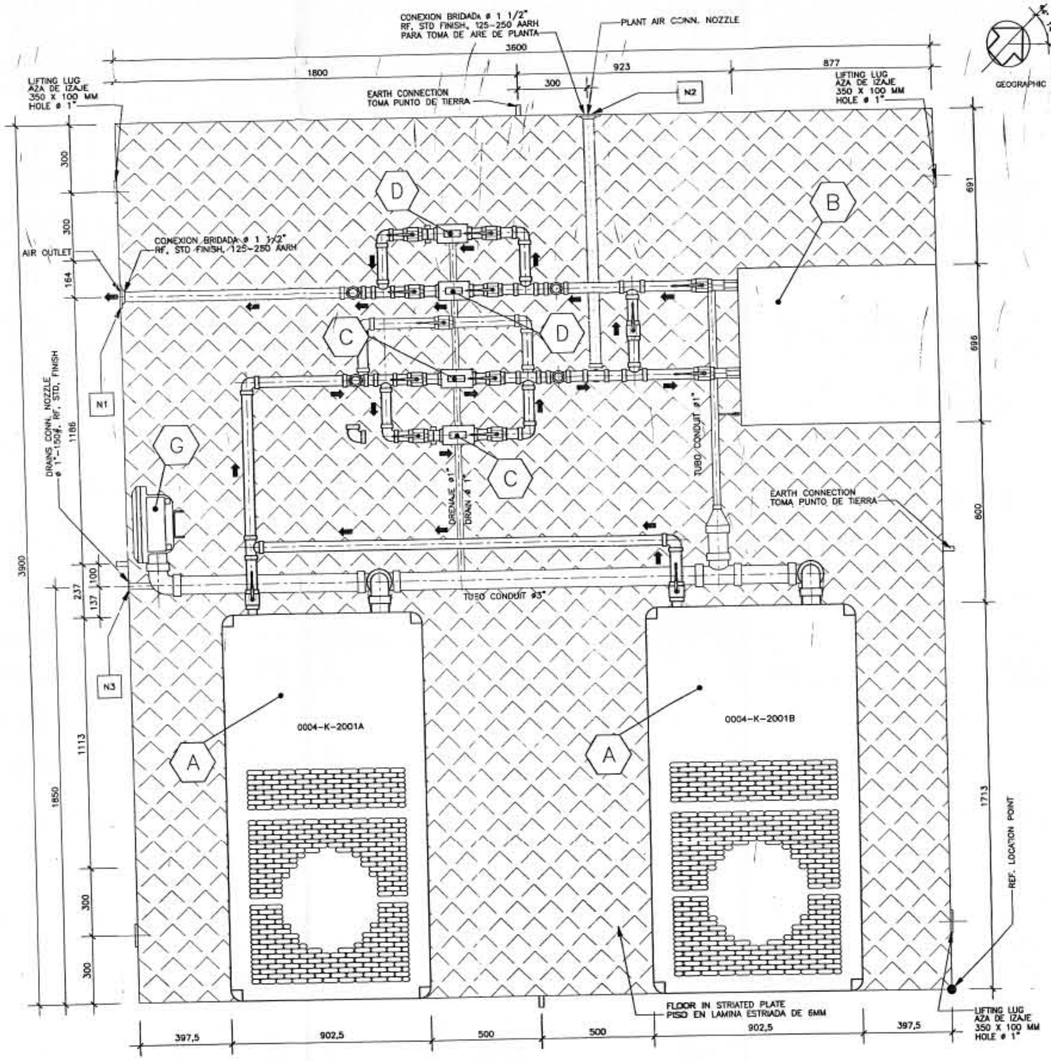
No use nunca el aire comprimido para respirar, sin una previa purificación de acuerdo con la legislación local.

Atlas Copco

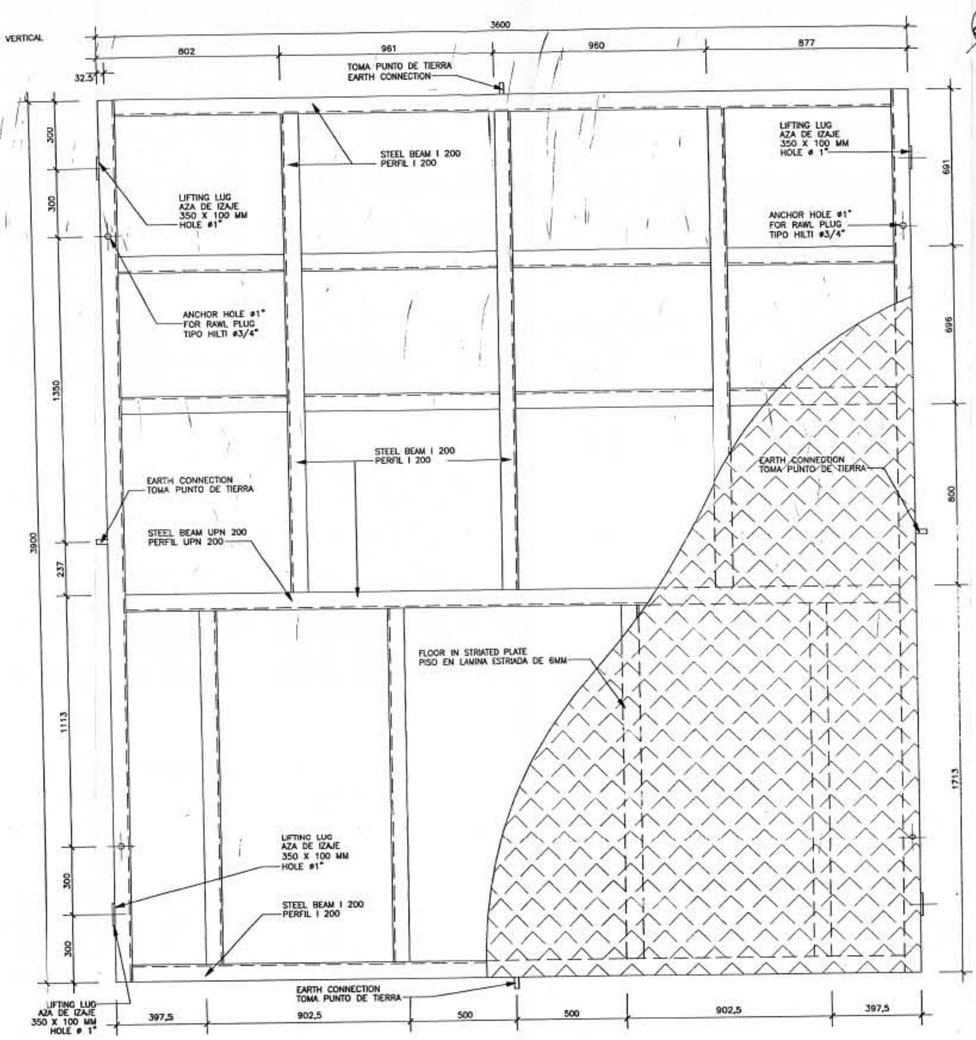
2935 4485 13 - Impreso en Bélgica - Sujeto a modificaciones sin previo aviso

www.atlascopco.com

ANEXO 7. Plano Planta Skid y General TAG # 0004



PLANTA GENERAL (1 / AC14B-01) 1:10
GENERAL PLANT



PLANTA SKID (2 / AC14B-01) 1:10
SKID PLANT

NOZZLE	ø	RATING	ELEV.	DESCRIPTION
N1	1 1/2"	150# RF	320	INSTRUMENT AIR OULET
N2	1 1/2"	150# RF	320	PLANT AIR OUTLET
N3	1"	150# RF	265	DRAIN

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

(A) COMPRESSORS GA-37
TAG #:0004-K-2001 A/B
CAPACITY: 197 SCFM
DISCHARGE PRESSURE: 150 PSIG
POWER: 50 HP
MAX. DISCHARGE PRESSURE: 150 PSIG

(B) DRYER FD-110
TAG#: 0004-D-2001
CAPACITY: 240 SCFM
DEW POINT: +4°C

(C) AIR FILTER DD-120
TAG #:0004-FIL-2001 A/B
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,1 PPM

(D) AIR FILTER PD-120
TAG #: 0004-FIL-2001 C/D
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,01 PPM

(E) ON / OFF VALVE
APOLLO 83R-107-01
TAG #: 0004-PV-2018

(F) PRESSURE CONTROL VALVE
FISHER 95 H
TAG #: 0004-PCV-2006

(G) POWER BOX
480 V

VENDOR PRINT
TAG NUMBER: 0004-U-2001
0004-U-2001B-V842 PL-JAN-AC014B-001
29/04/05

NOTES:
* ALL PIPING ø 1 1/2" , CARBON STEEL GALVANIZED SCH 80 ASTM A-53 GR.B,SMLS
* EMPTY WEIGHT: 3.500 Kg
* DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS

REV.	FECHA DATE	DESCRIPCION DESCRIPTION	REVISO REVISED	APROBO APROVED
E	04/05	COMMENTS INCORPORATION		
D	02/05	COMMENTS INCORPORATION		
C	01/05	COMMENTS INCORPORATION		
B	11/04	COMMENTS INCORPORATION		
A	07/04	ORIGINAL ISSUE		

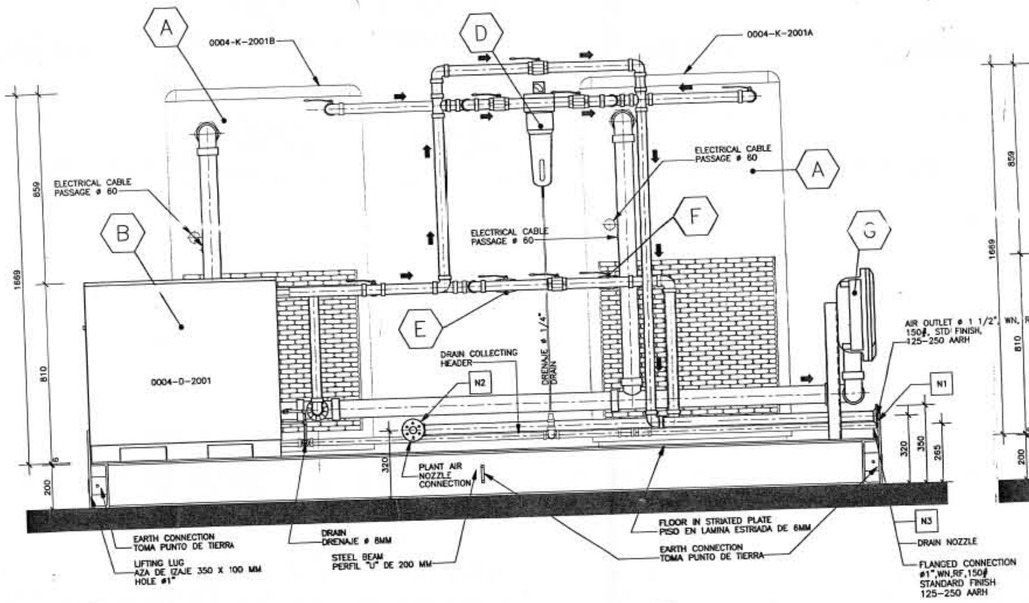
COMO CONSTRUIDO

Atlas Copco

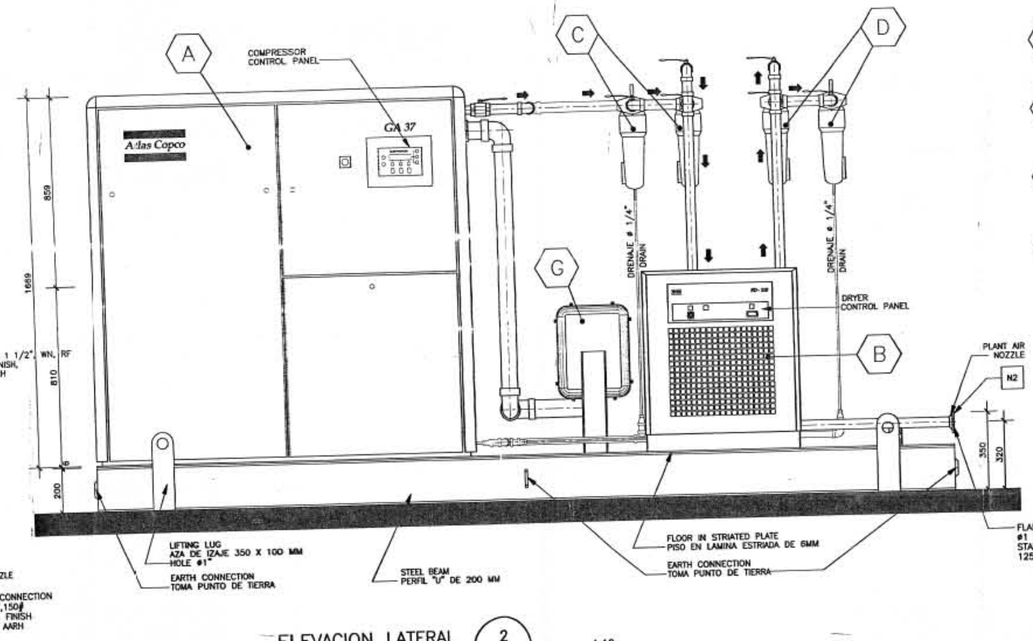
CLIENT:
PURCHASER:
PROJECT: FIELD FACILITY SYSTEM
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
REVISO: ING. RAUL GALINDO
ARCHIVO: PL-JAN-AC014B-001-RD
DOCUMENT REVISION NUMBER:
SERVICE: INSTRUMENT/UTILITIES AIR COMPRESSOR PACKAGE
P.O. #:
T.A.G. #: 0004-U-2001
CONTENIDO: PLANTA GENERAL Y PLANTA SKID
GENERAL PLANT AND SKID PLANT

FECHA	ESCALA	PLANO Nº	REV.
AGO. 2004	1:10	PL-JAN-AC014B-001	E

ANEXO 8. Plano Elevaciones TAG # 0004



ELEVACION FRONTAL 1 AC14B-02 1:10
FRONTAL VIEW



ELEVACION LATERAL 2 AC14B-02 1:10
LATERAL VIEW

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

(A) COMPRESSORS GA-37
TAG #:0004-K-2001 A/B
CAPACITY: 197 SCFM
POWER: 50 HP
MAX. DISCHARGE PRESSURE: 150 PSIG

(B) DRYER FD-110
TAG#: 0004-D-2001
CAPACITY: 240 SCFM
DEW POINT: +4°C

(C) AIR FILTER DD-120
TAG #:0004-FIL-2001 A/B
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,1 PPM

(D) AIR FILTER PD-120
TAG #: 0004-FIL-2001 C/D
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,01 PPM

(E) ON / OFF VALVE
APOLLO 83R-107-01
TAG #: 0004-PV-2018

(F) PRESSURE CONTROL VALVE
FISHER 95 H
TAG #: 0004-PCV-2006

(G) POWER BOX
480 V

VENDOR PRINT

JANTESA N.: 7648 (FFS-00-EPC-CT-010)	TAG NUMBER: 0004-U-2001
Atlas Copco S.A.	DATE RECEIVED:
FF-001-SC-218-V843	PL-JAN-AC014B-002
DOCUMENT STATUS REVIEW	SH. 1 of 1
X	
	29/04/05

NOTES:
* ALL PIPING # 1 1/2" , CARBON STEEL GALVANIZED SCH 80 ASTM A-53 GR.B,SMLS
* EMPTY WEIGHT: 3.500 Kg
* DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS

COMO CONSTRUIDO

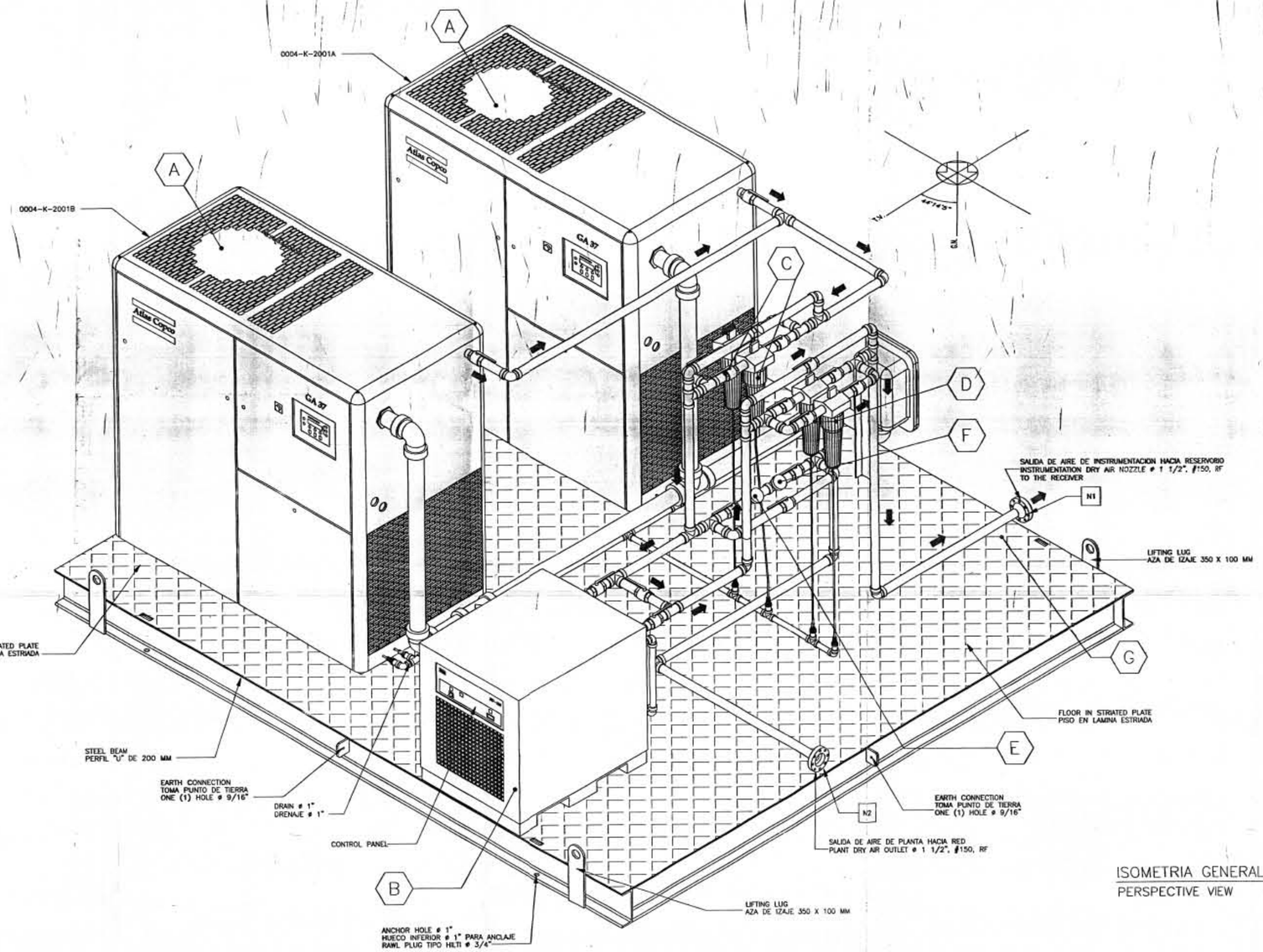
REV.	FECHA DATE	DESCRIPCION DESCRIPTION	REVISO REVISED	APROBO APROVED
E	04/05	COMMENTS INCORPORATION		
D	02/05	COMMENTS INCORPORATION		
C	01/05	COMMENTS INCORPORATION		
B	11/04	COMMENTS INCORPORATION		
A	07/04	ORIGINAL ISSUE		

Atlas Copco

CLIENT:
PURCHASER:
PROJECT: FIELD FACILITY SYSTEM
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
DOCUMENT REVISION NUMBER:
REVISO: ING. RAUL GALINDO
SERVICE: INSTRUMENT/UTILITIES AIR COMPRESSOR PACKAGE
ARCHIVO: PL-JA-AC014B-002-RD
P.O. #:
T.A.G. #: 0004-U-2001
CONTENIDO: ELEVACIONES ELEVATIONS

FECHA	ESCALA	PLANO Nº	REV.
AGO. 2004	1:10	PL-JAN-AC014B-002	E

ANEXO 9. Plano Isometría General TAG # 0004



ISOMETRIA GENERAL (1 / AC14B-03) — S/E
PERSPECTIVE VIEW

NOTAS GENERALES
GENERAL NOTES

(A) COMPRESSORS GA-37
TAG #:0004-K-2001 A/B
CAPACITY: 197 SCFM
DISCHARGE PRESSURE: 150 PSIG
POWER: 50 HP
MAX. DISCHARGE
PRESSURE: 150 PSIG

(B) DRYER FD-110
TAG#: 0004-D-2001
CAPACITY: 240 SCFM
DEW POINT: +4°C

(C) AIR FILTER DD-120
TAG #:0004-FIL-2001 A/B
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,1 PPM

(D) AIR FILTER PD-120
TAG #: 0004-FIL-2001 C/D
CAPACITY: 254 SCFM
MAX. OIL FILTER: 0,01 PPM

(E) ON / OFF VALVE
APOLLO 83R-107-01
TAG #: 0004-PV-2018

(F) PRESSURE CONTROL VALVE
FISHER 95 H
TAG #: 0004-PCV-2006

(G) POWER BOX
480 V

VENDOR PRINT
Atlas Copco S.A.
TAG NUMBER: 0004-K-2001
DATE RECEIVED: 29/04/05

NOTES:
* ALL PIPING # 1 1/2", CARBON STEEL GALVANIZED SCH 80 ASTM A-53 GR.B, SMLS
* EMPTY WEIGHT: 3.500 Kg
* DIMENSIONS ARE IN MILIMETERS

CONSTRUIDO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO
REV	DATE	DESCRIPTION	REVISED	APROVED
E	04/05	COMMENTS INCORPORATION		
D	02/05	COMMENTS INCORPORATION		
C	01/05	COMMENTS INCORPORATION		
B	11/04	COMMENTS INCORPORATION		
A	07/04	ORIGINAL ISSUE		

Atlas Copco

CLIENT:
PURCHASER:
PROJECT: FIELD FACILITY SYSTEM
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
DOCUMENT REVISION NUMBER:
REVISO: ING. RAUL GALINDO
SERVICE: INSTRUMENT/UTILITIES AIR COMPRESSOR PACKAGE
ARCHIVO: PL-JAN-AC014B-003-RD
P.O. #:
T.A.G. #: 0004-U-2001
CONTENIDO: ISOMETRIA GENERAL
ISOMETRIC VIEW

FECHA	ESCALA	PLANO N°	REV.
AGO. 2004	1:10	PL-JAN-AC014B-003	E

ANEXO 10. Diagrama de Tubería e Instrumentación TAG # 0004

0004-K-2001A/B

AIR COMPRESSOR GA-37
TYPE: SCREW
CAPACITY: 197 SCFM
ΔP: 150 PSIG
POWER: 50 HP

0004-FIL-2001A/B

AIR FILTERS DD-120
TYPE: COALESCENT FILTER
CAPACITY: 254 SCFM

0004-D-2001

AIR DRYER FD-110
TYPE: REFRIGERANT
CAPACITY: 240 SCFM
DEW POINT: +4°C

NOTE 10

0004-FIL-2001C/D

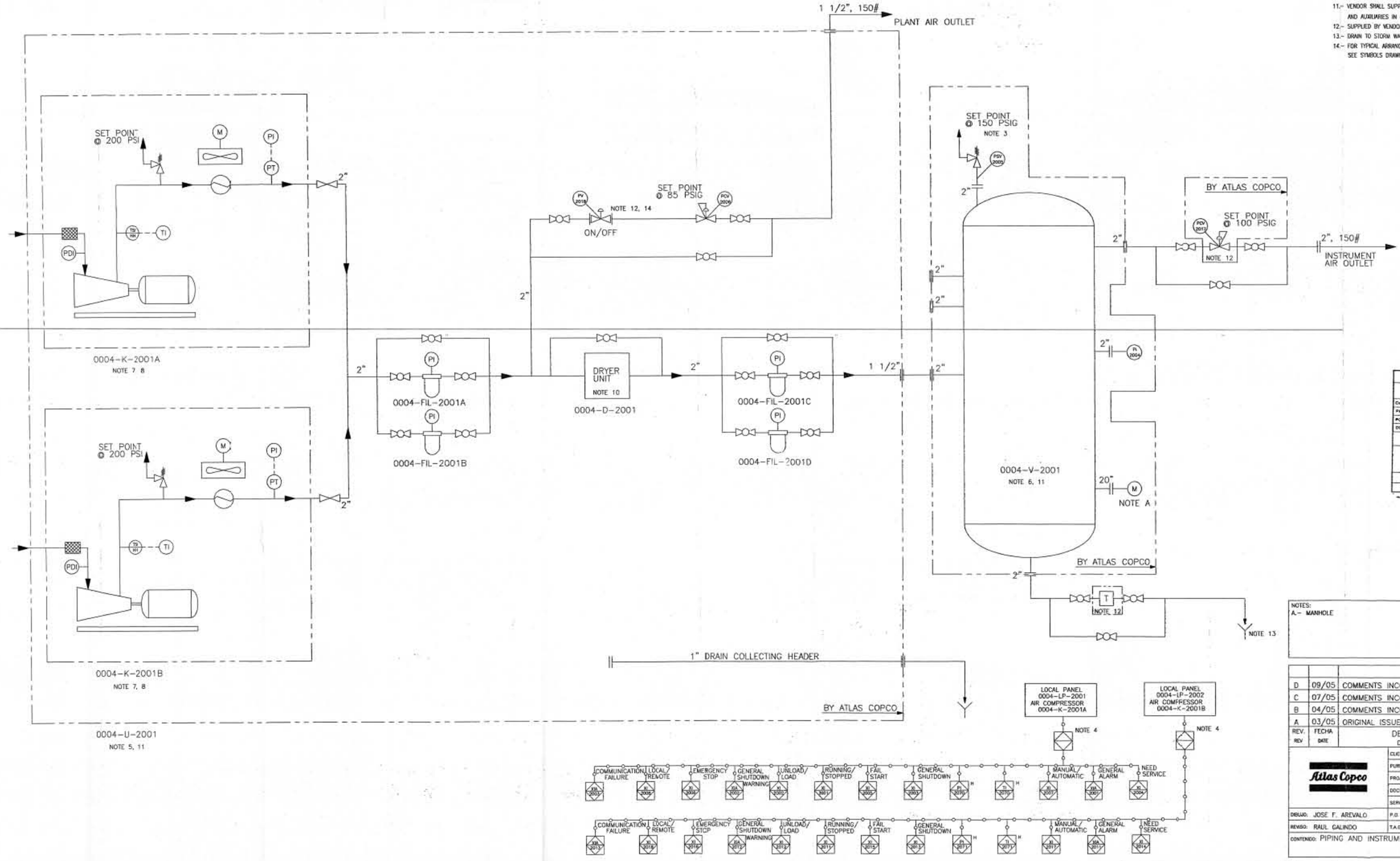
AIR FILTERS PD-120
TYPE: POST FILTER
CAPACITY: 254 SCFM

0004-V-2001

AIR RECEIVER
DIAMETER (ø): 5'-7"
LENGHT (T/T): 15'-5"
DESIGN PRESSURE: 195 PSIG

NOTES:

1.- ALL DRAWINGS NUMBERS ARE PRECEDED BY FF-010-.
2.- INSTRUMENTS TAG NUMBERS ARE PRECEDED BY 0004.
3.- SET BY VENDOR (ATLAS COPCO).
4.- COMMUNICATION FROM EACH COMPRESSOR LOCAL PANEL TO PLC AT MPE-3 TO SERIAL TYPE RS-485, MODBUS PROTOCOL.
5.- AIR COMPRESSOR PACKAGE CAPACITY ESTIMATED TO PROVIDE INSTRUMENT AIR TO THE CONTROL VALVES AND SDV'S CONSIDERING A NORMAL CONSUMPTION FLOW RATE OF 1.0 SCFM PER CONTROL VALVE AND VARIABLE FOR THE REST OF THE VALVES (ACCORDING LINE SIZE). OVER DESIGN OF THIRTY PERCENT IS INCLUDED.
6.- AIR RECEIVER WILL HAVE TEN (10) MINUTES TO SUPPLY INSTRUMENT AIR IN CASE OF ANY UPSET CONDITION (MINIMUM PRESSURE: 60 psig).
7.- SPARE UNIT SHALL BE AUTOMATICALLY STARTED IN CASE OF SHUTDOWN OF MAIN COMPRESSOR.
8.- ALTERNATE OPERATION OF COMPRESSORS IS RECOMMENDED.
9.- SIGNALS INDICATED IN PLC SHALL BE REPEATED IN THE SCADA SYSTEM AT MPE-3. SELECTED INFORMATION WILL BE MONITORED IN SCADA SYSTEM AT DD PLANT AND PTO. LA CRUZ HEAD OFFICE.
10.- THERMAL MASS REFRIGERATED DRYER.
11.- VENDOR SHALL SUPPLY REQUIRED EQUIPMENT, INSTRUMENTS, CONTROLS AND AUXILIARIES IN ORDER TO GUARANTEE PROPER AIR COMPRESSOR OPERATION.
12.- SUPPLIED BY VENDOR (ATLAS COPCO).
13.- DRAIN TO STORM WATER CHANNEL. SEE DRAWING N° FF-010-13-2418-0001
14.- FOR TYPICAL ARRANGEMENT FOR ON/OFF VALVES 0004-PV-2018. SEE SYMBOLS DRAWING N° FF-010-10-2116-D-002.



NOTES:
A.- MANHOLE

COMO CONSTRUIDO

VENDOR PRINT T-846

TAG NUMBER: MCU-U-2001
DATE RECEIVED: 09 Sept 05
VENDOR DOC. N.:
REQ. 26 SUB. 04
DOCUMENT STATUS REVIEW
Observations:

REV.	FECHA DATE	DESCRIPCION DESCRIPTION	SR REVISO REVISED	RG APROBO APPROVED
D	09/05	COMMENTS INCORPORATION		
C	07/05	COMMENTS INCORPORATION		
B	04/05	COMMENTS INCORPORATION		
A	03/05	ORIGINAL ISSUE		

Atlas Copco

CLIENT:
PURCHASER:
PROJECT: FIELD FACILITY SYSTEM
DOCUMENT REVISION NUMBER:
SERVICE: INSTRUMENT/UTILITIES AIR COMPRESSOR PACKAGE
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
REVISO: RAUL GALINDO
P.O. #:
T.A.G. #: 0004-U-2001
CONTENIDO: PIPING AND INSTRUMENTATION DIAGRAM (P&ID)

FECHA	ESCALA	PLANO N°	REV.
MAR. 03	S/E	PL-JAN-AC014B-005	D

ANEXO 11. Plano Eléctrico Original del Compresor GA 37

Nota Note	Posi-tion	Gewijzigd van Modified from	Datum Date	Ingev./Goedg. Intr./Appd.
5	.	1X5 added. contact K25 replaced	2002-08-02	RIEDDIT

COMPRESSOR

A1 : dryer
M1 : compressor motor
M2 : fan motor (aircooled versions only)
PDT1 : press. transducer DP oil separator
PT20 : press. transducer delivery air
TT11 : temp. sensor element outlet
TT90 : temp. sensor LAT Dryer (Full feature)
Y1 : solenoid valve

[1] : cable solenoid valve to cubicle
[2] : wire harness
[3] : cable water shut-off valve to cubicle
[4] : cable supply EHD (optional)
[6] : I2C-BUS cable (optional)

STARTER CUBICLE

E1 : compressor control module
F1-9 : fuses
F21 : overload relay compressor motor
K21 : line contactor
K22 : star contactor
K23 : delta contactor
Q15 : circuit breaker
S1' : remote START/Pr.STOP
S3 : emergency stop
S3' : emergency stop remote
T1-2 :transformer
1X0 : terminal strip (supply)
1X1 : terminal strip (motor)
1X2 : terminal strip (dryer)
1X3 : terminal strip (earth)
1X4 : terminal strip (230V/AC)
1X5 : terminal strip (elektronikon 24V/AC)
1X6 : terminal strip (elektronikon 24V/DC)
1X7 : terminal strip (potential free contacts)
1X8 : terminal strip (options & signals)

COMPRESSOR CONTROL MODULE (E1)

K01 : blocking relay
K02 : aux. relay star contactor
K03 : aux. relay delta contactor
K04 : aux. relay load/unload
K05 : aux. relay air-press: high/low
K06 : aux. relay dryer
K07 : aux. relay manual/automatic operation
K08 : aux. relay general warning
K09 : aux. relay general shutdown

[I] : start
[O] : programmed stop

DIGITAL INPUT/OUTPUT EXPANSION MODULE (DIOE)

6X3 : I2C IN
6X4 : I2C OUT
6X9 : digital inputs
6X10: aux. output relays

ANALOG INPUT EXPANSION MODULE (AIE1)

3X3 : I2C IN
3X4 : I2C OUT
3X6 : temperature inputs (PT1000)
3X5 : pressure inputs

NOTES

[a] Maximum fuses with regard to short circuit protection of starter. Cable section might impose fuses of smaller value.

[b] Power supply to be connected for:
1. CLOCKwise rotation of fanmotor
2. COUNTER CLOCKwise rotation of compr. motor, exept for GA75HE 7.5bar CLOCKwise rotation motor connections between brackets
Rotation to be observed while facing the drive end shaft of the motors.

[c] For the maximum fuses on the dryers and the dryer control see service diagram 9820 2958 08 -& 09

[e] Thigthening torque of bolts:
metric thread size M6 8 Nm (6 lbft)
metric thread size M8 20Nm (15 lbft)
metric thread size M10 40Nm (29 lbft)

[f] For field wiring: use copper wire only

[g] C.P.E Customer provided equipment 115V 12VA

[h] To connect correct trafo-voltage see on trafo

[i] Optional remote emergency stop : Replace bridge by NC contacts of remote emergency stop.

[j] CAUTION : Remains 'LIVE' when the disconnecting device is in 'off' or 'open' position.

[k] Only when electronic overload is installed

[l] With contactors > 3RT1046: connection rails are installed on the contactors

INSTALLED	OPTIONAL EQUIPMENT	Pos.Nr.
	B1 : Electronic water drain (EHD)	20,32
	K25 : phase sequence protection	1,38
	K04': aux. relay load/unload for ES100	14,44
	K21 : aux. contact compressor running for ES100	43
	R3,R4,R7 : freeze protection (tracing/heaters)	21-24
	TSLL91 : thermostat freeze protection	30
	DIOE: Digital input/output expansion module	42
	R1,K34 : Drive motor thermistor protection, shutdown	14,42
	R2,K35 : Drive motor thermistor protection, warning	16,41
	R96 : anti-condensation heater	17
	Y2 : solenoid valve for modulating control	13
	YS1 : water shut-off valve (W-cooled only)	18
	AIE1: Analog input expansion module	37
	TT51: Temp. sensor cooling water IN (watercooled)	19
	TT52: Temp. sensor cooling water OUT (watercooled)	21
	AIE1: Analog input expansion module	42
	TT53: Temp. sensor energy recovery IN	23
	TT54: Temp. sensor energy recovery OUT	25
	PDS11: Delta P-switch for integrated DD filter	33
	PDS12: Delta P-switch for integrated PD filter	34
	S10 : Main switch	L1-L2-L3

Dit dokument is onze eigendom en zal niet zonder toestemming worden gekopieerd, gecopieerd, gebruikt voor fabricatie of modelering aan enig ander persoon of firma. This document is our property and shall not without our permission be altered, copied, used for manufacturing or communicated to any other person or company

Benaming Name	SERVICE DIAGRAM	12030	Geheimh.klasse Secrecy Class	
Materiaal Material	SEE DRAWING GA55-90C Y-D starter		1102 K/ 2	
Behandeling Treatment	Pack and Full Feature		CAD	

Atlas Copco

Overgemaakt/Transferred from

Schaal Scale 1:1		Familie Family	A4	Vergelijk Compare	Eigenaar Drawing owner AII
Getekend Drawn by		Ruw nr. Blank nr.		Vervangt Replaces	
Std gez./chd.	Ruw gew. Blank wt. 0 Kg	Afg gew. Fini wt. 0 Kg		Identificatie/Designation	Blad/Sheet 02 (2)
Des gez./chd.	Prod.gez/chd. APPROVED	Goedg./Appd.	Datum/Date 2002-08-02	9820 2958 41	

Customer's Installation

L1
L2
[b] L3
N
PE

MAX. FUSE [a]
IEC : Class gL/gG
100 A

MAX. FUSE [a]
CSA : HRC Form II
A
UL : Class K5
A

SETTING
460 V
F21 | Q15
40,9 A | 2,4 A

OPTION PHASE SEQ. RELAY
Input included K25 contact (optional)

OPTION THERMISTOR PROTECTION
Input included K34 contact (optional)

emergency stop
remote START/Pr.STOP
remote load/unload (closed = load)
remote pressure sensing (link = remote)
overload main/fanmotor [k]
fault EHD
Delta P DD/PD filter
remote pressure set selection (open = pressure set 1) (closed = pressure set 2)

AUXILIARY CONTACTS
250VAC 1A AC11
Manual operation
Automatic operation
General warning
General shutdown

OPTION ES100
comp.running compr.Loaded/Unloaded

remote emergency stop [d]

When Control panel 115V 60Hz
CSA certified and UL listed industrial control panel
as shown within dotted lines

DRYER OPTION

OPTION

DOOR

CUBICLE HEATER

R7

All voltages (50 and 60Hz) except : 440-460V 60Hz

Star connection : All other voltages

M1	M2	A1
37 kW / 50 HP	22 kW / 30 HP	---- kW / ---- HP
SF : 1.15		

440-460V 60Hz

Delta connection : 200-220-230V 50/60Hz (See motor dataplate for correct connection)

OPTION

To terminal 1X8: 2
1X8: 55/56
To terminal 1X8: 96..99

[f] Supply of dryer

3x230VAC
2x400VAC + N
2x200VAC
All other voltages

OIL SEPARATOR TRACING
WATER SEPARATOR TRACING
HEATER EWD
HEATER OSD

230 V 1PH

TSLL91
TT 91

Pt...1000
PT 20
TT 90
TT 51
TT 52
TT 53
TT 54
TT 11

Marking of connectors 2X5 to 2X12

Pressure transducer pin configuration
gnd.
V+
sign.

SEE NEXT PAGE

Benaming Name	SERVICE DIAGRAM		12045
Machine/ Machine	SEE DRAWING GR30-55C Y-D starter		11102 87 2
Gebruiker/ Gebruiker	Workplace (+ID) - Elektronikon II		C80
Schaal Scale	1:1	Familie Family	A1
Gecontroleerd Checked by	AR807	Aan am. Work on.	
Stuk gew./Artikel	Aan gew. Work on.	Nog gew. Still on.	Datum/Date 2002-08-08

Atlas Copco

Eigendom/Property of Atlas Copco Airpower n.v. Antwerpen Belgium. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Atlas Copco Airpower n.v. Antwerpen België. Wij behouden ons alle rechten voor op deze technische tekening en op de daarin beschreven technische informatie. Nothing from this publication may be copied and/or published in any way without written permission of Atlas Copco Airpower n.v. Antwerpen Belgium. We reserve all rights in this drawing and in the technical information described therein.

Afmetingen, gewichten en capaciteiten zijn onder voorbehoud van wijzigingen. Dimensions, weights and capacities are subject to change without notice.

Afmetingen in mm. Dimensions in mm.

Uitsluitend voor offerte- en/of informatiedoeleinden. Exclusively for quotation and/or information purposes.

Algemene Verkoop- en Leveringsvoorwaarden van toepassing. General Terms and Conditions of Sale and Delivery apply.

Tekeningen en documenten blijven eigendom van Atlas Copco Airpower n.v. Antwerpen België. Drawings and documents remain the property of Atlas Copco Airpower n.v. Antwerpen Belgium.

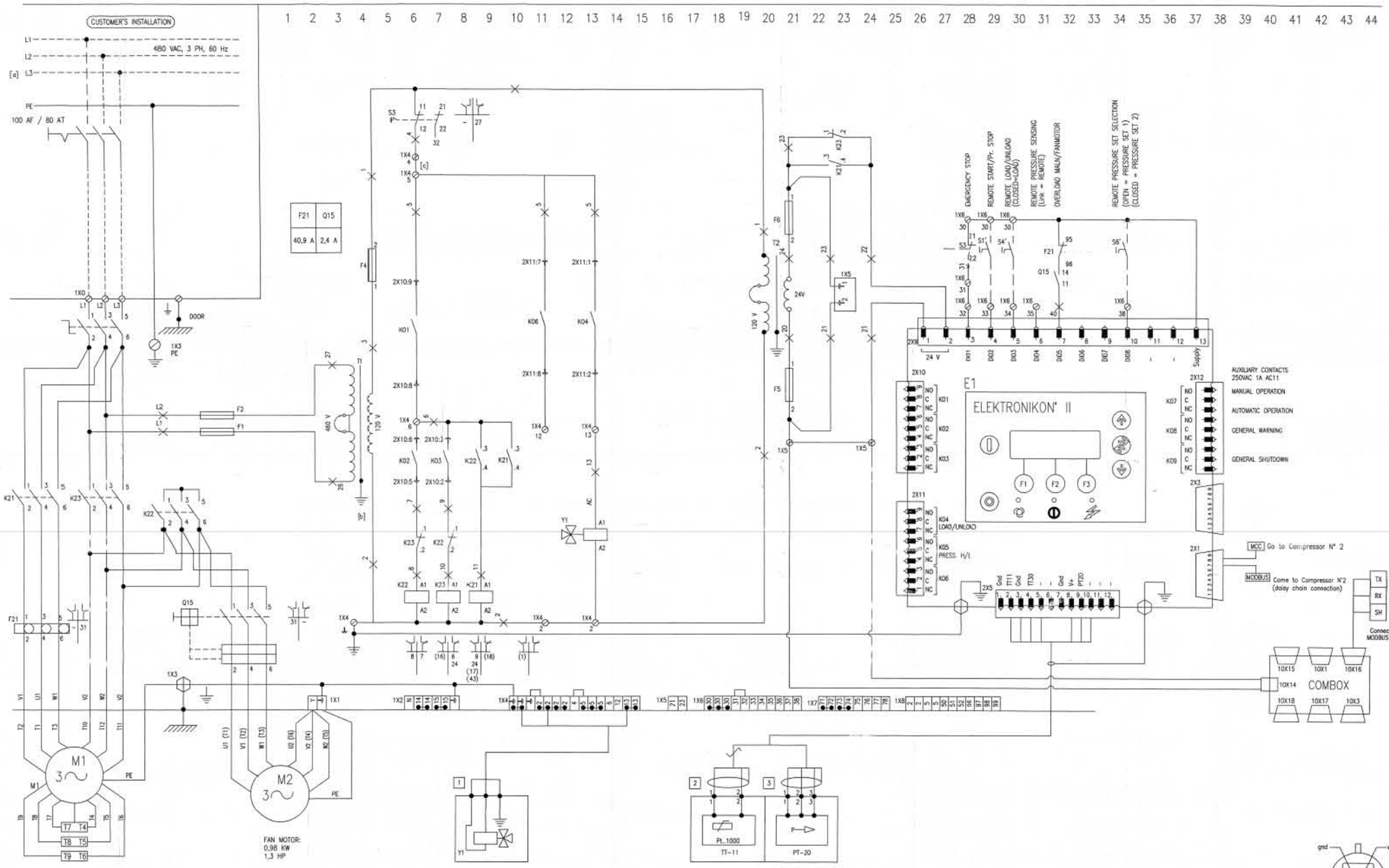
Bijhorende tekeningen en documenten Appurtenant drawings and documents

Rev. Nr.	Wijziging Modification	Datum Date	Ingev./Goedg. Intr./Appr.
2	Modified 1X5, option PSR	2002-08-08	

APPROVED

9820 3547 01

ANEXO 12. Plano Eléctrico del Compresor TAG # 0004



COMPRESSOR

M1 : COMPRESSOR MOTOR
M2 : FAN MOTOR
PT20 : PRESS. TRANSDUCER DELIVERY AIR
TT11 : TEMP. SENSOR ELEMENT OUTLET
Y1 : SOLENOID VALVE

[1] : CABLE SOLENOID VALVE TO CUBICLE
[2] : CABLE TEMPERATURE SENSOR TO CUBICLE
[3] : CABLE PRESS. TRANSDUCER TO CUBICLE

STARTER CUBICLE

E1 : COMPRESSOR CONTROL MUDULE
F1 : FUSE LINK, CONTROL CIRCUIT
F2 : FUSE LINK, CONTROL CIRCUIT
F4 : FUSE LINK, CONTROL CIRCUIT
F5 : FUSE LINK, CONTROL CIRCUIT
F6 : FUSE LINK, CONTROL CIRCUIT
K21 : LINE CONTACTOR
K22 : START CONTACTOR
K23 : DELTA CONTACTOR
Q15 : CIRCUIT BRAKER FAN MOTOR
S1' : REMOTE START/STOP
S3 : EMERGENCY STOP
S4' : REMOTE LOAD/UNLOAD
S6' : REMOTE PRESSURE SET SELECTION
T1-2 : TRANSFORMER
1X1 : TERMINAL STRIP (MOTOR)
1X2 : TERMINAL STRIP (DRYER)
1X3 : TERMINAL STRIP (EARTH)
1X4 : TERMINAL STRIP (230/115V AC)
1X5 : TERMINAL STRIP (ELEKTRONIKON 24V AC)
1X6 : TERMINAL STRIP (ELEKTRONIKON 24V DC)
1X7 : TERMINAL STRIP (POTENCIAL FREE CONTACTS)
1X8 : TERMINAL STRIP (OPTIONS & SIGNALS)

COMPRESSOR CONTROL MODULE (E1)

K01 : BLOCKING RELAY
K02 : AUX. RELAY START CONTACTOR
K03 : AUX. RELAY DELTA CONTACTOR
K04 : AUX. RELAY LOAD/UNLOAD
K05 : AUX. RELAY AIR PRESS. HIGH/LOW
K06 : AAUX. RELAY DRYER
K07 : AUX. RELAY MANUAL/AUTOMATIC OPERATION
K08 : AUX. RELAY GENERAL WARNING
K09 : AUX. RELAY GENERAL SHUTDOWN

[1] : START
[0] : PROGRAMMED STOP

PRESSURE TRANSDUCER
PIN CONFIGURATION

NOTES

[a] POWER SUPPLY TO BE CONNECTED FOR:
1. COUNTER CLOCKWISE RELATION OF FANMOTOR
3. COUNTER CLOCKWISE ROTATION OF COMP. MOTOR.
ROTATION TO BE OBSERVED WHILE FACING THE DRIVE END SHAFT OF THE MOTORS.
[b] TO CONNECT CORRECT TRAFO VOLTAGE, SEE ON TRAFO.
[c] OPTIONAL REMOTE EMERGENCY STOP:
REPLACE BRIDGE BY NC CONTACTS OF REMOTE EMERGENCY STOP.

VENDOR PRINT T-8470
TAG NUMBER: 4005-L-2001
DATE RECEIVED: 11-Nov-05
REQ. 73 SUB. 02
Observations:

NOTAS:

COMO CONSTRUIDO

REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISO	APROBO
B	06/05	COMMENTS INCORPORATION		
A	05/05	ORIGINAL ISSUE		
REV.	DATE	DESCRIPTION	REVISED	APPROVED

Atlas Copco

CLIENT:
PURCHASER:
PROJECT: FIELD FACILITY SYSTEM
DOCUMENT REVISION NUMBER:
SERVICE: INSTRUMENT/UTILITIES AIR COMPRESSOR PACKAGE
DIBUJO: JOSE F. AREVALO
REVISO: ING. RAUL GALINDO
P.O. #:
T.A.G. #: 0004-L-2001
CONTENIDO: COMPRESSOR ELECTRICAL DIAGRAM COMPRESSOR N°1

FECHA	ESCALA	PLANO N°	HOJA N°
MAY. 2005	1:10	PL-JAN-AC014B-006	B

ANEXO 13. Contenido del Manual del Paquete de Aire Comprimido TAG # 0004

CONTENIDO DATA BOOK

Separador

TOMO I

PRESENTACION.....1

DATA SHEET JANTESA "AS BUILT" 2

COMPRESOR ROTATIVO DE TORNILLO ATLAS COPCO GA 37-150 PACK…….3

- ***Breve descripción del Equipo 3***
- ***Data Sheet del Compresor 3***
- ***Data Sheet de Lubricación.....3***
- ***Descripción Técnica.....3***
- ***Datos Teóricos 3***
- ***Instrucciones de Operación.....4***
- ***Manual de Instrucciones 4***
- ***Certificados de Pruebas.....5***
- ***Declaración de Conformidad.....5***
- ***Plan de Calidad 5***
- ***Datos Motor Eléctrico del Compresor 6***
- ***Repuestos Recomendados.....7***
- ***Manual de Partes 7***
- ***Plano Dimensional Compresor.....8***
- ***Diagrama Eléctrico del Compresor.....9***
- ***Diagrama de Flujo del Compresor 10***
- ***Plan de Mantenimiento.....10***
- ***Catálogo del Compresor 10***
- ***Manual del Usuario para el Cerebro Electrónico Electronikon.....11***

FILTROS DE CONDENSADO ATLAS COPCO MODELOS DD 120 Y PD 120……..…12

- *Data Sheet del Filtro* *12*
- *Descripción Técnica* *12*
- *Datos Teóricos* *12*
- *Plano Dimensional* *12*
- *Manual de Instrucciones y Sección de Partes* *12*
- *Repuestos Recomendados* *12*
- *Catálogo* *12*

SECADOR DE AIRE POR REFRIGERACIÓN ATLAS COPCO MODELO FD 110.....13

- *Data Sheet del Secador* *13*
- *Breve Descripción del Equipo* *13*
- *Descripción Técnica* *13*
- *Datos Teóricos* *13*
- *Repuestos Recomendados* *14*
- *Plano Dimensional* *14*
- *Diagrama Eléctrico del Secador* *14*
- *Instrucciones de Operación* *14*
- *Manual de Instrucciones* *14*
- *Manual de Partes* *14*
- *Catálogo* *14*

SECUENCIACIÓN DE COMPRESORES……..……15

- *Instalación de la Red de Compresores* *15*
- *Múltiple Control de Compresores (MCC)* *15*
- *Guía de Controladores Central* *15*

COMUNICACIÓN VIA MODBUS……..…16

- *Señales de Comunicación Serial* *16*

PROPUESTA DE CONVENIO DE SERVICIO……17

- ***Mantenimiento Programado de Equipos Atlas Copco*** ***17***

CERTIFICADOS DE EQUIPOS……..18

- ***Certificados de Garantía*** ***18***
- ***Certificados de Calidad*** ***18***
- ***Certificados de Procedencia*** ***18***

TOMO II

TANQUE DE AIRE COMPRIMIDO CAPACIDAD 3.054 GALONES ……19

- ***Data Sheet del Tanque*** ***19***
- ***Data Book del Tanque*** ***19***
- ***Certificado del Manómetro*** ***19***

BASE DE ACERO ESTRUCTURAL TIPO SKID……20

- ***Data Sheet Skid*** ***20***
- ***Data Book del Skid*** ***20***

PLANOS "COMO CONSTRUIDO"……21

- ***Planta General y Planta Skid*** ***21***
- ***Elevaciones*** ***21***
- ***Isometrias Generales*** ***21***

DIAGRAMA DE TUBERIA E INSTRUMENTACION……22

- ***Piping and Instrumentation Diagram (P&ID)*** ***22***

CERTIFICADOS DE MATERIALES……23

CERTIFICADOS DE VÁLVULAS ……24

- ***Certificado de la Válvula Reguladora de Presión*** ***24***
- ***Certificado de la Válvula Actuadora*** ***24***
- ***Certificado de la Válvula de Alivio del Tanque*** ***24***

CERTIFICADO DEL TRANSFORMADOR……25

CERTIFICADO DE INSPECCION……26